



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA *Fragaria x ananassa Duch* (FRESA)  
POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y UN  
RECUBRIMIENTO COMESTIBLE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:  
MYRIAM PRISCILA COPA JANETA**

**Riobamba – Ecuador**

**2017**

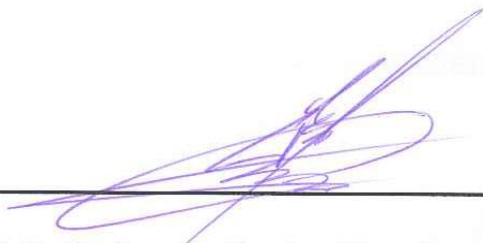
Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



---

Ing. M. C. Armando Vinicio Paredes Peralta

**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**



---

Ing. M.C. Guillermo Xavier Mendoza Zurita

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



---

Dra. M.C. Georgina Hipatia Moreno Andrade.

**ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 06 de julio de 2017.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Myriam Priscila Copa Janeta, declaro que el presente trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA *Fragaria x ananassa Duch* (FRESA) POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE" es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de los contenidos de este trabajo de titulación.



---

Myriam Priscila Copa Janeta

C.I.: 0605843382.

Riobamba, 06 de julio de 2017.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Myriam Priscila Copa Janeta, declaro que el presente trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA *Fragaria x ananassa Duch* (FRESA) POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE” es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

Myriam Priscila Copa Janeta

C.I.: 0605843382.

Riobamba, 06 de julio de 2017.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios quien con su amor infinito ha guiado mis pasos y me ha dado el regalo de la vida para poder cumplir mis sueños. A mis padres Luis y María por brindarme siempre su apoyo incondicional y creer en mi capacidad de superación. A mis hermanos, Jhonatan, Patricia y Belén por su amistad, admiración y la confianza depositada en mí. A mi esposo Fabián, por ayudarme a alcanzar juntos esta meta. A mis hijas Mercy y Emily que son mi motivación para seguir luchando día a día.

Myriam C.

## **DEDICATORIA**

A mis queridas hijas Mercy y Emily quienes con su amor puro e inocente llenan de felicidad mis días y se convierten en la motivación que me da la fuerza necesaria para vencer las adversidades y continuar incansable, a vencer el miedo y superarme.

Gracias por estar a mi lado.

## CONTENIDO

Resumen	v
Abstract	vi
Lista	vii
Lista de gráficos	vii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. FRUTAS	4
1. <u>Clasificación de las frutas</u>	5
a. Frutas climatéricas	5
b. Frutas no climatéricas	5
2. <u>Composición química de las frutas</u>	7
a. Carbohidratos	7
b. Proteínas	8
c. Lípidos	8
d. Vitaminas	9
e. Minerales	9
f. Ácidos Orgánicos	10
g. Pigmentos	10
(1) Clorofilas	10
(2) Carotenoides	11
(3) Antocianinas	11
h. Compuestos volátiles	12
3. <u>Factores biológicos que intervienen en el deterioro de las frutas</u>	13
a. Respiración	13
b. Producción de etileno	13
c. Transpiración	14
d. Cambios composicionales	14
(1) Desarrollo del color	15
(2) Desarrollo del sabor y aroma	15
(3) Cambios de firmeza	15

e. Trastornos Fisiológicos	15
(1) Daño por congelamiento	15
(2) Daño por frío	16
(3) Daño por calor	16
(4) Atmósferas bajas en oxígeno y altas en dióxido de carbono	16
f. Daño patológico	16
B. FRESA	17
1. <u>Generalidades</u>	17
a. Importancia	17
2. <u>Origen</u>	17
3. <u>Taxonomía</u>	18
4. <u>Descripción botánica</u>	19
a. Raíz	19
b. Tallo	19
c. Hojas	20
d. Flores	20
e. Fruto	20
5. <u>Características del fruto</u>	21
6. <u>Composición nutricional</u>	21
7. <u>Variedades de la fruta</u>	22
a. Oso grande	23
b. Diamante	23
c. Albión	23
d. Monterey	23
8. <u>Cosecha</u>	24
a. Maduración	24
b. Índice de madurez	24
c. Recolección	26
9. <u>Post cosecha</u>	27
a. Características fisiológicas y anatómicas que condicionan el manejo postcosecha de la fresa	27
(1) Respiración	27
(2) Transpiración	27
b. Problemas postcosecha	28



(1) Desordenes Físicos	28
(2) Desordenes Fisiológicos	28
(3) Patologías postcosecha	29
c. Manejo postcosecha	31
(1) Selección	31
(2) Empaque	32
C. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES	33
1. <u>Clasificación</u>	35
a. <u>Polisacáridos</u>	35
(1) Almidones	35
(2) Alguinatos	36
(3) Pectinas	36
(4) Carragenanos	36
(5) Derivados de la celulosa	37
b. Proteínas	37
(1) Caseína	37
(2) Proteínas del suero lácteo	37
(3) Colágeno	38
(4) Zeína	38
c. Lípidos	38
d. Compuestos	39
(1) Laminados	39
(2) Emulsiones	39
2. <u>Aditivos que se adicionan a los recubrimientos comestibles</u>	39
a. Antimicrobianos	40
b. Agentes antipardeamiento	40
c. Potenciadores de textura	41
d. Nutraceuticos	41
e. Plastificantes	42
f. Emulsificantes y surfactantes	42
3. <u>Ventajas</u>	42
4. <u>Tecnologías para la aplicación de RC Y PC</u>	43
a. Inmersión	43
b. Spray	43

D. CLORURO DE CALCIO	44
1. <u>Efecto de la aplicación de calcio en la calidad de frutas y hortalizas.</u>	44
2. <u>Formas de aplicación de calcio</u>	45
a. Inmersión	45
b. Impregnación	47
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	47
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	47
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	48
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	48
1. <u>Equipos</u>	49
a. Equipos de laboratorio	49
2. <u>Materiales</u>	49
a. Materiales de oficina	50
b. Materiales de laboratorio	50
(1) Reactivos	50
(2) Medios de cultivo	50
(3) Insumos	51
3. <u>Instalaciones</u>	52
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	52
1. <u>Esquema del Experimento</u>	52
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	52
1. <u>Valoración físico – química</u>	52
2. <u>Valoración microbiológica</u>	52
3. <u>Vida útil</u>	52
4. <u>Análisis económico</u>	52
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	52
1. <u>Esquema del ADEVA</u>	53
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	53
1. <u>Obtención de soluciones de cloruro de calcio</u>	53
a. Preparación del recubrimiento comestible	54
2. <u>Acondicionamiento de la fruta</u>	54
a. Selección	54
b. Limpieza, desinfección, y aplicación del cloruro de calcio	54
c. Aplicación del recubrimiento	55

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	55
1. <u>Valoración físico – química</u>	55
a. Pérdida de peso	55
b. Firmeza	55
c. Porcentajes de sólidos solubles (°Brix)	55
d. pH	55
e. Acidez titulable	55
2. <u>Valoración microbiológica</u>	56
a. Mohos y levaduras	56
b. Mesófilos aerobios	56
c. Coliformes totales	56
3. <u>Vida útil</u>	56
4. <u>Análisis económico</u>	57
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	58
A. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS	58
1. <u>pH</u>	58
2. <u>Sólidos solubles (%)</u>	62
3. <u>Acidez titulable (%)</u>	65
4. <u>Pérdida de peso</u>	69
5. <u>Firmeza</u>	74
B. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	78
1. <u>Mohos y levaduras</u>	78
2. <u>Mesófilos aerobios</u>	83
3. <u>Coliformes totales</u>	87
C. VALORACION DE LA VIDA ÚTIL	91
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	93
1. <u>Costos de producción</u>	93
V. <u>CONCLUSIONES</u>	95
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	97
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	98

## ANEXOS

## RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el efecto de la inmersión en soluciones de cloruro de calcio (0,5, 1 y 1,5%) y la aplicación de un recubrimiento comestible (compuesto por gelatina 3%, glicerina 0,75%, CMC 0,75%, agua destilada 94,5%) frente a un testigo en la conservación post cosecha de la fresa variedad Albión, con tres repeticiones por tratamiento, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, los resultados fueron sometidos a los análisis de varianza y la separación de medias según Tukey ( $p < 0,05$ ). Estableciendo que la interacción entre factores no afectó estadísticamente las características físico – químicas y microbiológicas de la fresa, sin embargo el factor recubrimiento comestible presentó diferencias estadísticas en algunas variables, siendo el tratamiento recubrimiento con inmersión en 1,5% de cloruro de calcio el que mejores características presenta con una menor pérdida de peso (5,07%), una firmeza de (10,32 N), mayor eficacia antimicrobiana tanto para aerobios mesófilos con un valor máximo de ( $4,5 \times 10^3$  UFC/g); para mohos y levaduras ( $2,5 \times 10^3$  UFC/g). Todos los tratamientos con recubrimiento comestible presentaron una vida útil de 5 días. Por otra parte el factor cloruro de calcio presentó diferencias significativas solo en la firmeza en el último día de investigación. El pH, acidez, sólidos solubles y coliformes totales no se vieron afectados por los factores en estudio. Los resultados obtenidos demuestran la eficacia de los recubrimientos comestibles en la prolongación de la vida útil de la fresa manteniendo sus características físico – químicas y microbiológicas.

**Palabras clave:** recubrimiento comestible, vida útil.

## ABSTRACT

At Animal Sciences faculty of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, was evaluated the effect of calcium chloride Immersion in solutions (0.5, 1,5%) and the application of an edible covering (composed by jelly 3%, glycerin 0,75%, CMC 0,75%, distilled water 94,5%) in front of a witness in the post-harvest conservation of the albion variety strawberry, with three repetitions per treatment, under a completely random design with factorial arrangement, the results were submitted to the variance analysis and the average separation according Tukey ( $p < 0,05$ ). Establishing that the interaction between factors didn't affects statistically the physical-chemical and microbiological characteristics of the strawberry, however the edible covering factor showed statistical differences in some variables, being the covering treatment with immersion in 1,5% of calcium chloride that the best characteristics presents with less weight loss (5,07%), a firmness of (10,32N), higher microbial efficiency for aerobic and mesophyll with a maximum value of ( $4,5 \times 10^3$ UFC/g); for mold and yeast ( $2,5 \times 10^3$ UFC/g). All of these treatments with edible covering presented 5 days of useful life. In order to the calcium chloride factor showed meaningful differences just on the firmness in the last research day. The pH, acidity, soluble solids and total coliforms were not affected by the factors under study. The results obtained demonstrate the effectiveness of the edible covering in the prolongation of useful life of strawberry maintaining their physical-chemical characteristics and microbiological.

**Keywords:** Edible Covering, Useful life.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1	FRUTAS CLIMATÉRICAS Y NO CLIMATÉRICAS	6
2	ENZIMAS PRESENTES EN LAS FRUTAS	8
3	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA FRESA	23
4	DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE MADUREZ	26
5	CLASIFICACIÓN DE LA FRESA SEGÚN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4103	33
6	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.	48
7	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	53
8	ESQUEMA DEL ADEVA	54
9	FORMULACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE CLORURO DE CALCIO.	54
10	FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.	55
11	pH	60
12	SÓLIDOS SOLUBLES (%)	64
13	ACIDEZ TITULABLE (%)	68
14	PÉRDIDA DE PESO (%)	72
15	FIRMEZA	77
16	MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)	82
17	MESÓFILOS AEROBIOS (UFC/g)	87
18	COLIFORMES TOTALES (UFC/g)	92
19	VALORES DE LN DE CADA VALOR DE UFC/g PARA CALCULAR LA VIDA ÚTIL.	95
20	ANÁLISIS ECONÓMICO DE FRESAS PRODUCIDAS CON INMERSIÓN EN DIFERENTES NIVELES DE CLORURO DE CALCIO Y CON UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.	96

**LISTA DE GRÁFICOS**

<b>N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Patrón respiratorio y de producción de etileno en frutas climatéricas y no climatéricas.	6
2	Esquema de índices de madurez.	26
3	pH	62
4	Sólidos solubles (%)	66
5	Ácido cítrico (%)	70
6	Pérdida de peso (%)	76
7	Firmeza	80
8	Mohos y levaduras (UFC/g)	85
9	Mesófilos aerobios (UFC/g)	86
10	Coliformes totales (UFC/g)	90

## LISTA DE ANEXOS

### N°

- 1 Análisis estadístico del pH de las fresas empleadas durante el experimento.
- 2 Análisis estadístico del porcentaje de sólidos solubles de las fresas empleadas durante el experimento.
- 3 Análisis estadístico del porcentaje de acidez titulable de las fresas empleadas durante el experimento.
- 4 Análisis estadístico de la pérdida de peso (%) de las fresas empleadas durante el experimento.
- 5 Análisis estadístico la firmeza de las fresas empleadas durante el experimento.
- 6 Análisis estadístico de mohos y levaduras (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.
- 7 Análisis estadístico de mesófilos aerobios (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.
- 8 Análisis estadístico de coliformes totales (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.
- 9 Diagrama de flujo de la elaboración de fresas con inmersión en cloruro de calcio y aplicación de un recubrimiento comestible.
- 10 Materiales directos.
- 11 Maquinaria y equipos de producción.
- 12 Costos indirectos de producción.
- 13 Mano de obra directa.
- 14 Fotografías del trabajo experimental.



## **I. INTRODUCCIÓN**

Las frutas y las verduras desempeñan un papel importante en la nutrición humana, especialmente como fuentes de vitaminas, minerales, fibra dietética y antioxidantes. El consumo diario de productos vegetales, en cantidad suficiente y en una alimentación bien equilibrada, ayuda a evitar enfermedades graves, como las cardiopatías, los accidentes cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, así como deficiencias de importantes micronutrientes y vitaminas; en tal virtud la OMS recomienda un consumo de 400 g por día (Pantoja, A. et al. 2011).

La calidad y la seguridad de los productos hortícolas que llegan al consumidor dependen de los factores previos a la cosecha, así como de prácticas postcosecha apropiadas en toda la cadena postcosecha desde el campo hasta el consumidor, es decir, los personajes que participan en la recolección, manipulación y comercialización de productos frescos, tienen un papel muy importante en la seguridad y la calidad de los productos frescos. Entre la cosecha y el consumo se producen tanto pérdidas cuantitativas como cualitativas en los productos hortofrutícolas. Las pérdidas cualitativas, como la pérdida de comestibilidad, la calidad nutricional, el valor calórico y la aceptabilidad por el consumidor de los productos frescos, son mucho más difíciles de evaluar que las pérdidas cuantitativas. Las pérdidas después de la cosecha varían mucho entre los tipos de productos y las áreas de producción. Se estiman que las pérdidas post cosecha de los productos hortofrutícolas que se producen en el mundo llegan hasta el 30% en países desarrollados y pueden sobrepasar el 50% en países en vías de desarrollo. En general, alrededor de un tercio de los cultivos hortícolas producidos nunca son consumidos por los seres humanos (Kader, A y Rolle, R. 2004).

La fresa es una de las frutas más apetecidas en el mundo por su delicioso sabor y aroma intenso, así como también por su alto valor nutritivo, ya que se caracteriza por tener un elevado contenido en antioxidantes y vitamina C (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. 2013), sin embargo por ser un producto suave y delicado es altamente perecedera y con muy corta vida de

almacenamiento por lo que las pérdidas post cosecha puede llegar hasta un 40% (Kader, A. Rolle, R. 2004).

El rápido deterioro de la fresa está determinado por factores fisiológicos como por el consumo de sus reservas nutritivas, por la pérdida de agua por transpiración, así como problemas de ablandamiento por acción enzimática. De igual modo la fresa posee una pulpa blanda protegida por una fina epidermis, por lo que es muy vulnerable a sufrir lesiones por daños físicos durante las actividades de cosecha y postcosecha, lo que la hace susceptible al ataque de microorganismos patógenos (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

Con el objetivo de evitar o minimizar los efectos adversos de los factores citados y conjuntamente prolongar la vida postcosecha de los productos hortofrutícolas se han implementado diferentes tecnologías, entre ellas se pueden mencionar, el almacenamiento a bajas temperaturas, aplicación de radiaciones gamma y ultravioleta, el control biológico, la conservación por atmósfera controlada, la utilización de empaques plásticos, el uso de películas y la aplicación de recubrimientos comestibles, entre otras.

Esta última revelando un papel significativo en la vida de anaquel de los alimentos debido a que reducen la pérdida de agua, disminuyen la velocidad de respiración, retrasan el envejecimiento y mejoran la calidad y valor comercial de los mismos, manteniendo sus atributos de calidad y valor nutritivo. (Fernández, D. et al. 2015). Además sirven como vehículos para incorporar aditivos específicos que refuerzan su funcionalidad tales como antioxidantes, agentes antipardeamiento, antimicrobianos y agentes de textura (Ramos, M. et al. 2010).

Otra alternativa para extender la vida postcosecha de frutos es la aplicación de sales de calcio, en este sentido el cloruro de calcio ha sido ampliamente utilizado como conservante y reafirmante en la industria de frutas y hortalizas para productos enteros y recién cortados (Martín, D. et al. 2007), ya que se ha demostrado que la aplicación de calcio en la postcosecha de frutas y hortalizas mantiene la turgencia celular, la firmeza de los tejidos y ayuda a la disminución de la tasa de respiración. La influencia del calcio para mejorar la firmeza se atribuye a que sirve como vínculo

de unión a sustancias pécticas en la pared celular y lámina media, formándose pectato cálcico incrementando la fuerza de la pared celular, como consecuencia retrasa la senescencia de los frutos y se extiende la vida de almacenamiento de las frutas frescas en buenas condiciones (Cremades, L. et al. 2012).

Por lo citado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Aplicar diferentes niveles de cloruro de calcio (0,5; 1; y 1,5%) y un recubrimiento comestible compuesto por una solución de: (3% de gelatina, 0,75% de glicerina, 0,75% de CMC y 94,5% de agua destilada) para prolongar la vida útil de la fresa.
- Evaluar las características físico – químicas de las fresas.
- Evaluar la vida útil de las fresas mediante, pruebas microbiológicas.
- Determinar costos de producción y la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

## **A. FRUTAS**

Las frutas son un grupo de alimentos vegetales, que comprenden el fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de los órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean adecuadas para el consumo humano. Por definición botánica, las frutas son los ovarios maduros de las plantas con sus semillas, dulces y carnosas (Ferlotti, C. 2015).

Las frutas son alimentos muy saludables porque son fuentes importantes de vitaminas, agua, minerales y fibra, además de otras sustancias bioactivas o fitoquímicos de gran poder antioxidante y que influyen de forma beneficiosa sobre el estado de la salud (Proyecto Henufood, 2014).

El consumo diario de productos vegetales, en cantidad suficiente y una alimentación bien equilibrada, ayuda a evitar enfermedades graves, como las cardiopatías, los accidentes cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, así como deficiencias de importantes micronutrientes y vitaminas; en tal virtud la OMS recomienda un consumo de 400 g por día (Pantoja, A. et al. 2011).

Sin embargo, y a pesar de las campañas de promoción en muchos países, el consumo de este grupo de alimentos no alcanza siquiera la cuarta parte de lo recomendado, se estima que en todo el mundo la gente sólo consume entre el 20% y el 50% del mínimo recomendado. Las causas que acompañan la baja preferencia de las familias por las frutas y vegetales son variadas, y van desde aspectos económicos relacionados con el acceso hasta aspectos culturales y hábitos relacionados con prejuicios y desconocimiento (Proyecto Henufood, 2014).

En este contexto alrededor de 1,7 millones de muertes, que representa aproximadamente un 2,8% de la población mundial, se pueden atribuir a una ingesta insuficiente de frutas y verduras, siendo uno de los 10 primeros factores de riesgo asociados a la mortalidad en el mundo, y es responsable del 14% de las muertes debidas a cáncer gastrointestinal, el 11% por enfermedades cardíacas isquémicas y del 9% de accidentes cerebrovasculares (Organización Mundial de la Salud. 2012).

## 1. Clasificación de las frutas

Las frutas se pueden dividir en dos grupos: climatéricas y no climatéricas, según su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica o de consumo (Tripathi, K. et al. 2016).

### a. Frutas climatéricas

Son aquellos frutos que muestran un incremento de la actividad respiratoria y de la producción de etileno cuando inicia la maduración, de la maduración como consecuencia de la actuación del etileno. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados. Estos frutos son capaces de madurar y desarrollar sus características sensoriales después de haber sido cortados es decir después de la cosecha y el inicio de la maduración puede adelantarse mediante la aplicación exógena de etileno (Vera, J. et al. 2012).

### b. Frutas no climatéricas

Son aquellos frutos que maduran gradual y constantemente, sin mostrar un aumento significativo de la actividad respiratoria ni de la producción de etileno al inicio de la maduración. Si se les aplica etileno exógenamente se produce un incremento de su actividad respiratoria pero no se induce la producción endógena de etileno ni se acelera el proceso de maduración. Su crecimiento y maduración se detienen si estos frutos son cortados de la planta (Hernandez, M. et al. 2012). La recolección excesivamente anticipada disminuye la calidad tanto por el aspecto (color insuficiente) como por las características gustativas (Pérez, A. Sanz, C. 2008). En el Cuadro 1, se describen ejemplos de frutos climatéricos y no climatéricos:

Cuadro 1. FRUTAS CLIMATÉRICAS Y NO CLIMATÉRICAS

Frutas climatéricas		Frutas no climatéricas	
Manzana	Melones	Zarzamora	Litchi

Albaricoque	Nectarina	Cacao	Ocra
Aguacate	Papaya	Carambola	Aceituna
Plátano	Maracuyá	Nuez de la india	Naranja
Biribá	Durazno	Cereza	Chícharo
Arándano azul	Pera	Arándano agrio	Chile pimienta
Fruta de árbol de pan	Persimonia	Pepino	Piña
Chirimoya	Plátano macho	Dátil	Granada
Durian	Ciruela	Berenjena	Tuna
Feijoa	Membrillo	Uva	Frambuesa
Higo	Rambulán	Toronja	Fresa
Guayaba	Chicozapote	Jujuba	Calabacita
Jaca	Zapote	Limón	Tomate de árbol
Kiwi	Guanábana	Limón mexicano	Tangerina
Mango	Jitomate	Longan	Mandarina
Mangostán	Anona	Níspero	Sandía

Fuente: Kader, A. (2011)

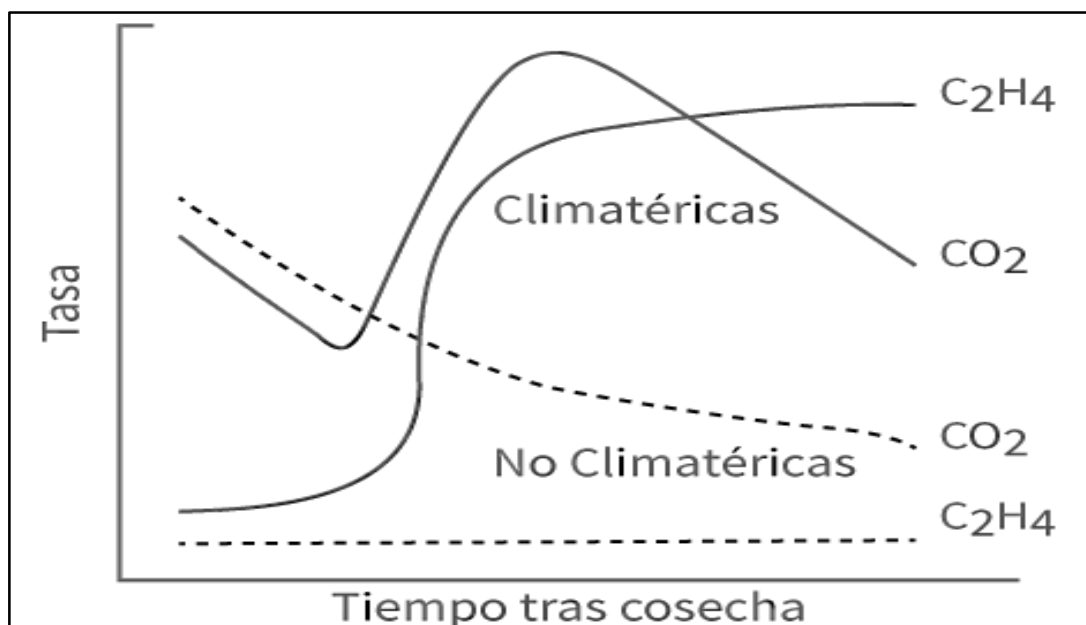


Gráfico 1. Patrón respiratorio y de producción de etileno en frutas climatéricas y no climatéricas.

## 2. Composición química de las frutas

Kader, A. y Barrett, D. (2005) mencionan que las composiciones de la fruta no sólo varían de acuerdo con la variedad botánica, las prácticas de cultivo, y el clima, sino

también cambian con el grado de madurez antes de la cosecha, la condición de madurez, y las condiciones de almacenamiento. La mayoría de las frutas frescas tienen altos contenidos de agua, y baja proporción de proteínas y grasas. En estos casos el contenido de agua será mayor que 70% y con frecuencia mayor que 85%. Las frutas también son fuentes importantes de ambos carbohidratos digeribles y no digeribles. Los hidratos de carbono digeribles están presentes en gran medida en la forma de azúcares y almidones, mientras que la celulosa indigestible proporciona fibras que son importantes para la digestión normal. Las frutas son también una fuente importante de minerales y ciertas vitaminas, especialmente las vitaminas A y C.

#### **a. Carbohidratos**

Las frutas frescas varían mucho en su contenido de hidratos de carbono, con un rango general entre 10 a 25%, así por ejemplo la fresa tiene 8,3%, la manzana 15% y la banana 24% de carbohidratos en su composición. La textura, sabor y valor nutritivo de una fruta fresca está relacionada con su contenido de hidratos de carbono (Lozano, J. 2006).

La sacarosa, glucosa, fructosa son los principales azúcares que se encuentran en las frutas, y su importancia relativa varía entre las materias primas. El almidón se presenta como pequeños gránulos dentro de las células de frutas inmaduras. El almidón se convierte en azúcar mientras la fruta madura. Otros polisacáridos presentes en frutas incluyen celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina y, que se encuentran principalmente (hasta 50%) en las paredes celulares y varían en gran medida entre las frutas (Kader, A. y Barrett, D. 2005).

#### **b. Proteínas**

Kader, A. y Barrett, D. (2005) indican que las frutas contienen menos de 1% de proteína (frente a 9 - 20% de proteína en los frutos secos como la almendra, pistacho y nogal). Las enzimas, que catalizan los procesos metabólicos en las

frutas, son proteínas y son importantes en las reacciones implicadas en la maduración y la senescencia del fruto. Algunas de las principales enzimas presentes en las frutas se muestran en el Cuadro 2:

**Cuadro 2. ENZIMAS PRESENTES EN LAS FRUTAS.**

<b>Enzima</b>	<b>Acción</b>
Polifenoloxidasa	Cataliza la oxidación de compuestos fenólicos, lo que resulta en la formación de polímeros marrones
Poligalacturonasa	Cataliza la hidrólisis de los enlaces glicosídicos entre los residuos de ácido poligalacturónico adyacentes en pectina; resultados en el ablandamiento de tejido.
Pectinesterasa	Cataliza la desesterificación de la pectina en galacturonanos; puede resultar en el tejido reafirmante.
Lipoxigenasa	Cataliza la oxidación de los lípidos; resultados en la producción de mal olor y mal sabor.
Ácido ascórbico oxidasa	Cataliza la oxidación del ácido ascórbico; resultados en la pérdida de calidad nutricional
Clorofilasa	Cataliza la eliminación del anillo de fitol de la clorofila; resultados en la pérdida de color de verde.

Fuente: Kader, A y Barrett, D. (2005).

### **c. Lípidos**

Los lípidos constituyen sólo del 0,1 al 0,2% de la mayoría de las frutas. Sin embargo en algunos frutos se encuentra en cantidades significativas como por ejemplo en los frutos secos (55%), granos de albaricoque (40%), aguacate (16%), semillas de manzana (20%) y coco (35%) (Lozano, J. 2006).

Los lípidos son muy importantes porque constituyen la cera superficial de la cutícula que contribuye a la apariencia de la fruta y protege la fruta contra la pérdida de agua y patógenos (Kader, A. y Barrett, D. 2005).

### **d. Vitaminas**



El contenido de vitaminas de las frutas y verduras muestra una amplia variación entre las especies, así como también por las diferentes condiciones ambientales y de huerto (Florkowski, W. et al. 2009)

Las vitaminas solubles en agua incluyen las vitaminas C, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B<sub>6</sub>, folacina, vitamina B<sub>12</sub>, biotina y ácido pantoténico. Las vitaminas liposolubles incluyen las vitaminas A, D, E y K. Las vitaminas solubles en grasa son menos susceptibles a las pérdidas posteriores a la cosecha. El ácido ascórbico es más sensible a la destrucción cuando el producto se somete a condiciones de manipulación y almacenamiento adversas. Las pérdidas se ven reforzadas por un almacenamiento prolongado, temperaturas más altas, humedad relativa baja, el daño físico y daño por frío. Las pérdidas post cosecha en vitaminas A y B son generalmente menores que las pérdidas en vitamina C (Kader, A. y Barrett, D. 2005), esta vitamina es susceptible a la degradación por altas temperaturas, en presencia de oxígeno, la luz, la presión, los azúcares reductores y el pH (Ordoñez, L. y Yoshioka, L. 2012).

#### **e. Minerales**

Las frutas son considerados como "alimentos ricos en nutrientes" ya que proporcionan grandes cantidades de micronutrientes, tales como minerales y vitaminas, pero relativamente pocas calorías (Lozano, J. 2006).

Los minerales importantes de las frutas incluyen elementos como Ca, Mg, Na y K, P, Cl, y S. Los minerales presentes en micro cantidades incluyen Fe, Cu, Co, Mn, Zn, I, y Mo (Kader, A. y Barrett, D. 2005). El potasio es el mayor mineral presente en las frutas y va desde 30 mg (chirimoya) a 600 mg / 100 g (aguacate) por porción comestible. Cantidades importantes de potasio (K) y la ausencia de cloruro de sodio (NaCl) dan un alto valor dietético a las frutas y sus productos elaborados (Florkowski, W. et al. 2009).

#### **f. Ácidos orgánicos**

Una característica importante de las frutas es su contenido en una serie de ácidos orgánicos, que aproximadamente constituyen un 1%. Entre ellos se encuentran el ácido cítrico (frutas cítricas, tomate y otras), ácido málico (manzanas, ciruelas y tomates), ácido tartárico (uvas), y ácido benzoico en otras. Los ácidos málico y cítrico son los más abundantes en frutas (Lozano, J. 2006).

El contenido en ácido de las frutas generalmente disminuye durante la maduración debido a la utilización de ácidos orgánicos durante la respiración o su conversión en azúcares. Los ácidos orgánicos y los azúcares (relación azúcar/ácido) son los principales elementos que determinan el sabor de las frutas, (Kader, A. y Barrett, D. 2005).

#### **g. Pigmentos**

Lozano, J. (2006) indica que los pigmentos, son las sustancias responsables de los colores de la piel y de la pulpa de las frutas, el color se debe principalmente a la presencia de tres tipos de pigmentos: clorofilas, carotenoides y antocianinas, que son responsables de la coloración verde, roja-amarilla, y azul-violeta respectivamente.

##### **(1) Clorofilas**

Las clorofilas son los pigmentos más abundantes en la naturaleza, y son responsables del color verde de las hojas y frutas semimaduras. Existen dos tipos de clorofila: a (verde azulado) y clorofilas b (verde amarillento) (Lozano, J. 2006).

En muchas frutas la clorofila está presente en el estado inmaduro y poco a poco desaparece durante la maduración. La clorofila es insoluble en agua (Kader, A. y Barrett, D. 2005).

##### **(2) Carotenoides**

Los pigmentos pertenecientes a este grupo son solubles en grasa y son los responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos

y verduras. Entre las frutas con alto contenido de carotenoides tenemos: el albaricoque, sandia, melocotón, duraznos etc. (Lozano, J. 2006)

En general los carotenoides se clasifican en dos grandes grupos: carotenos y xantófilas. Los carotenos solo contienen carbono e hidrógeno (por ejemplo el  $\beta$ -caroteno, el licopeno, etc.) y dan coloraciones amarillo-rojo, mientras que las xantófilas contienen además oxígeno (por ejemplo la luteína) y proporcionan colores amarillo-naranja (Martinez, A. 2003).

Existen carotenos incoloros fitoeno (PT) y fitoflueno (PTF), que son rarezas entre los carotenoides debido a su estructura química distinta. Específicamente el PT y PTF, son alquenos con 9 y 10 enlaces dobles, respectivamente, el PT tiene tres enlaces dobles conjugados, mientras que PTF tiene cinco, esta estructura química está relacionada con las propiedades de absorción de luz. El fitoeno y fitolueno son carotenoides clave porque son precursores de todos los demás (Meléndez, A. et al. 2015).

Además de la contribución de los carotenoides al color atractivo de las frutas y verduras, destaca su importancia nutricional, debido a que algunos de ellos como el  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno así como la  $\beta$ -criptoxantina tienen actividad como provitamina A. Además de ello, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano (Meléndez, A. et al. 2004).

### **(3) Antocianinas**

Las antocianinas son pigmentos solubles en agua responsables del color azul, púrpura y rojo de muchas frutas como las bayas, uvas, cerezas, granadas, ciruelas, manzanas, algunos cítricos y frutas tropicales (Goulas, V. et al. 2012).

Las antocianinas tienen alto poder antioxidante y se relaciona con la actividad anticancerígena, antiinflamatoria y antitumoral. Son compuestos muy sensibles al pH, luz, oxígeno y temperatura (Guerrero, J. y Castañeda, A. 2015).

#### **h. Compuestos volátiles**

Los compuestos volátiles son responsables del aroma característico de las frutas. Están presentes en cantidades extremadamente pequeñas (<100 mg/g de peso fresco) (Kader, A. y Barrett, D. 2005). Los compuestos volátiles son en gran parte los ésteres, alcoholes, ácidos, aldehídos y cetonas (compuestos de bajo peso molecular). Las frutas maduras, especialmente los plátanos, naranjas y piñas, deben sus olores a la presencia de ésteres. Algunos ésteres comunes formados con ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), (Lozano, J. 2006).

#### **g. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas, y están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal frescos y procesados. Los tres grupos más importantes en los que se divide los compuestos fenólicos son: flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles (Porrás, A. y López, A. 2009).

Existen amplias variaciones entre el contenido total de fenoles de las diferentes frutas o verduras, como por ejemplo la papaya contienen 57,6 mg/100g, la fresa, 160 mg/100g, el arándano 261 mg/100g. Los contenidos fenólicos de los alimentos vegetales dependen de una serie de factores intrínsecos (género, especie, cultivares) y extrínsecos (agronómicos, ambientales, de manipulación y de (Balasundram, N. et al. 2006), en adición a lo anterior Kader, A. y Barrett, D. (2005) manifiestan que el contenido fenólico total es mayor en frutos inmaduros que en maduros.

Los compuestos fenólicos de frutas incluyen el ácido clorogénico, catequina, epicatequina, leucoantocianidinas, flavonoles, derivados del ácido cinámico, y fenoles simples. El ácido clorogénico (éster del ácido cafeico) se produce ampliamente en frutas y es el principal sustrato involucrado en el pardeamiento enzimático de corte o tejidos de frutas dañadas cuando se expone al aire. El pardeamiento enzimático se produce debido a la oxidación de compuestos fenólicos y está mediada, en presencia de  $\text{O}_2$ , por la enzima polifenoloxidasas (PPO).

El producto inicial de la oxidación es generalmente o-quinona, que es altamente inestable y se somete a la polimerización para producir pigmentos marrones de peso molecular más alto.

### **3. Factores biológicos que intervienen en el deterioro de las frutas**

#### **a. Respiración**

La respiración es el proceso mediante el cual reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas) son degradados a productos finales simples con una liberación de energía. La pérdida de reservas de material orgánico en el producto durante la respiración significa una aceleración de la senescencia conforme las reservas que mantienen vivo al producto se agotan, una reducción del valor nutritivo (valor energético) para el consumidor, pérdida en la calidad de sabor especialmente la dulzura y pérdida de peso. La velocidad de deterioro (perecibilidad) de la frutas es generalmente proporcional a su velocidad de respiración.

#### **b. Producción de etileno**

El etileno es el compuesto más simple que afecta los procesos fisiológicos de la planta, es un producto natural del metabolismo vegetal. Como una fitohormona, el etileno regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia, de igual manera es fisiológicamente activo en concentraciones muy bajas, (menos de 0,1 ppm). Asimismo, la formación de la zona de desprendimiento de la fruta del resto de la planta (abscisión), también es regulada por esta sustancia (Velázquez, C. y Toledo, J. 2000).

Generalmente la tasa de producción de etileno aumenta a medida que el producto se acerca a la madurez, por daños físicos, incidencia de enfermedades, aumento en la temperatura hasta los 30°C, y estrés de agua. Por otro lado, las tasas de producción de etileno de productos frescos se reduce al almacenar a baja temperatura, al reducir los niveles de oxígeno (menos de 8%), y al aumentar los niveles de CO<sub>2</sub> (más de 2%) (Kader, A. 2011).

### **c. Transpiración**

Kader, A. y Barrett, D. (2005) señalan que la pérdida de agua es la principal causa del deterioro, ya que resulta no sólo en pérdidas cuantitativas directas (pérdida de peso vendible), sino también en las pérdidas en la apariencia (marchitamiento y deshidratación), calidad de la textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de jugosidad) y calidad nutritiva.

El sistema dermal de los vegetales (cubiertas protectoras externas) rige la regulación de la pérdida de agua. Este sistema incluye la cutícula, células de la epidermis, estomas y lenticelas, y tricomas (pelos).

La tasa de transpiración se ve influenciada por factores internos o de las materias primas (características morfológicas y anatómicas, la relación superficie-volumen, lesiones superficiales, y de la etapa de madurez) y los factores ambientales externos o ambientales (temperatura, humedad relativa, movimiento de aire y presión atmosférica).

La transpiración (evaporación del agua de los tejidos de las plantas) es un proceso físico que puede ser controlado mediante la aplicación de tratamientos a la materia prima (por ejemplo, ceras y otros recubrimientos superficiales o envolver con películas de plástico) o por la manipulación del medio ambiente (por ejemplo, el mantenimiento de alta humedad relativa y el control de la circulación de aire).

### **d. Cambios composicionales**

Velázquez, C. y Toledo, J. (2000) las frutas durante su desarrollo y maduración experimentan una serie de cambios internos de sus componentes, que son más evidentes durante la maduración de consumo, y que guardan una estrecha relación con la calidad y otras características de post cosecha del producto. A continuación se mencionan los principales cambios observados en las frutas maduras para consumo y su relación con la composición interna de las mismas.

### **(1) Desarrollo del color**

Con la maduración por lo general disminuye el color verde de las frutas debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento en la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo (carotenoides y antocianinas) que le dan un aspecto más atractivo a ésta.

### **(2) Desarrollo del sabor y aroma**

El sabor cambia debido a la hidrólisis de los almidones que se transforman en azúcares, por la desaparición de los taninos y otros productos causantes del sabor astringente y por la disminución de la acidez debido a la degradación de los ácidos orgánicos. El aroma se desarrolla por la formación de una serie de compuestos volátiles que le imparten un olor característico a las diferentes frutas.

### **(3) Cambios en firmeza**

Por lo general, la textura de las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares. Las frutas se tornan blandas y más susceptibles de ser dañadas durante el manejo postcosecha.

## **e. Trastornos fisiológicos**

Kader, A. (1992) enuncia los siguientes trastornos fisiológicos se producen en las frutas:

### **(1) Daño por congelamiento**

Cuando las frutas son almacenados por debajo de sus temperaturas de congelación. Los trastornos causados por la congelación por lo general resultan en un colapso inmediato de los tejidos y la pérdida total del producto.

## **(2) Daño por frío**

Ocurre en algunas frutas (principalmente las de origen tropical y subtropical) cuando son almacenados a temperaturas superiores a su punto de congelación pero en el rango de 5 a 15°C dependiendo del producto. Esta lesión fisiológica se manifiesta en una variedad de síntomas, que incluyen la superficie y oscurecimientos internos, zonas acuosas, maduración desigual o la pérdida de la capacidad para madurar, el desarrollo de mal sabor, y la incidencia de hongos y pudriciones superficiales.

## **(3) Daño por calor**

Es inducido por la exposición directa a la luz solar o a temperaturas excesivamente altas. Los síntomas son el blanqueamiento superficial, maduración desigual, ablandamiento excesivo y la desecación.

### **(1) Deficiencia de nutrientes**

Ciertos tipos de trastornos fisiológicos originados por desequilibrios nutricionales antes de la cosecha, tales como la deficiencia de calcio, causando mancha amarga de las manzanas.

## **(4) Atmósferas bajas oxígeno y altas en bióxido de carbono**

Atmósferas que contienen muy bajos niveles de oxígeno (menores al 1%) y altas concentraciones de bióxido de carbono (superiores al 20%) puede resultar en daños fisiológicos de todas las frutas.

## **f. Daño patológico**

Es una de las causas más comunes o aparentes de deterioro. El ataque de muchos microorganismos generalmente ocurre después de un daño mecánico, o desorden fisiológico de las frutas, que permiten la entrada a los microorganismos. En algunos



casos, los patógenos pueden infectar a los tejidos sanos y convertirse en la principal causa de deterioro.

## **B. FRESA**

### **1. Generalidades**

La fresa es una fruta que se cultiva a nivel mundial, y es muy apreciada para consumo fresco y la elaboración de postres, debido a sus cualidades de color, aroma y acidez, además es una fruta rica en vitaminas A y C (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

Dentro de las más de 160 especies del género *Fragaria* se puede mencionar el híbrido resultante del cruce de *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*, dando como resultado *Fragaria x ananassa* nombre con el que se conoce todas las variedades de fresa (Angulo, R. 2009).

#### **a. Importancia**

La fresa se cultiva en más de setenta países, condición que le permite hacer presencia constante en el mercado, por lo tanto es consumida en gran parte del mundo. Su gran aceptación en el mercado radica en su atractivo, alto valor nutritivo y sus características organolépticas, lo que a esta fruta cataloga entre uno de los productos naturales más consumidos entre personas de diferentes edades (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

El cultivo de fresa tiene gran valor económico e inmensas posibilidades de industrialización (dulces, jaleas, helados, jugos, confitería, etc.), además se puede producir durante todo el año bajo diferentes condiciones al aire libre o bajo invernadero. La producción de fresa produce alta demanda de mano de obra lo que significa que es un cultivo que eleva el escenario socio económico de la zona donde se cultive (Secretaría de Agricultura y desarrollo Rural, 2014).

## 2. Origen

Los hallazgos más creíbles acerca del inicio de su uso y cultivo de fresa se remonta a la época de los romanos, según lo constatan autores clásicos de los siglos I a III a.C. como Cato o Virgilio, u otros como Ovidio o Plinio. Todos ellos citan en sus escritos a las fresas como plantas de frutos muy apreciados por el sabor y la fragancia de sus frutos, que se cultivaban en huertos familiares. Sin embargo, no sólo por su agradable comer va a ser conocida la fresa; con el paso del tiempo su utilización como planta medicinal abrirá nuevos horizontes. En el siglo XIII, el médico griego Nicholas Myrepsur señala en sus escritos la bondad de esta planta en el tratamiento de enfermedades, en una época donde la literatura botánica es a menudo literatura de medicina (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

El cultivo en Europa no comienza hasta el siglo XIV. Las primeras referencias hablan de plantas silvestres de *Fragaria vesca* trasplantadas desde sus hábitats naturales a los jardines de la corte francesa (Pérez, A. y Sanz, M. 2008). Con la colonización de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño una en Chile, *Fragaria chiloensis* y otra en Estados Unidos, *Fragaria virginiana*, que por su tamaño se les llamó fresones, las cuales fueron llevadas a Europa (Alcántara, M. 2009).

Poco tiempo después, se recibe informe negativos sobre la fresa chilena, debido a que presentaba problemas de esterilidad, sin embargo en Brest, y en especial en la cercana comunidad de Plougastel, los jardineros descubrieron que la esterilidad de la fresa chilena podía ser superada por la polinización cruzada, de esta manera la famosa fresa de Bretaña pasó de ser una fruta pura de *F. chiloensis* a ser un híbrido entre ella y la *F. virginiana*. Pocos años después, en 1766, Duchesne afirmó en su libro Historia Natural de las Fresas, que la nueva fresa es un híbrido entre *F. virginiana* y *F. chiloensis*, y nombra a este híbrido como fresa ananás o fresa piña, ya que encuentra en ella que su olor es como el de la piña tropical (*Ananas spp.*), así poco después la clasifica como *Fragaria x ananassa* (Pérez, A. y Sanz, M. 2008), la cual se desarrolló como una fruta roja, grande, fragante y sabrosa, y actualmente se cultiva en todo el mundo (Alcántara, M. 2009).

### 3. Taxonomía

Según Bonet, J. (2010) la fresa es una planta dicotiledónea del género *fragaria* y su clasificación taxonómica es la siguiente:

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Rosales*
- Familia: *Rosaceae, Rosoideae*
- Tribu: *Potentilleae, Fragariinae*
- Género: *Fragaria*
- Especie: *F. x ananassa*

### 4. Descripción botánica

Es una especie hortícola, se le considera herbácea, se caracteriza porque las hojas y otros órganos se forman en la parte leñosa de la corona y se le puede considerar como una planta perenne de vida corta (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). Angulo, R. (2009) detalla la siguiente descripción botánica de la planta de fresa.

#### a. Raíz

La raíz es fasciculada debido a que de la base del tallo salen muchas raíces del mismo largo formando una frondosa cabellera. Son superficiales no profundizan mucho (máximo 30 cm), desarrollando la mayor actividad en los primeros 20 cm, por su consistencia se puede decir que son fibrosas. Emergen de la corona en la zona cercana al nivel del suelo. Es importante anotar que por la cantidad de raicillas muy ramificadas se requiere de suelos muy sueltos, bien aireados y con buen drenaje para impedir que se presenten pudriciones en su sistema radicular.

#### b. Tallo

El tallo es herbáceo, tierno y flexible, perenne, por su situación se puede decir que el tallo de la fresa es aéreo, recibiendo el nombre de estolón que sencillamente es un tallo rastrero el cual hace su desarrollo en forma horizontal y al contacto con el suelo produce raíces adventicias que dan origen a una nueva planta. Las raíces adventicias son aquellas que emergen fuera de su sitio habitual es decir de la semilla y de las ramificaciones normales de la raíz. El tallo que sale del suelo o corona es un tallo acortado que contiene los tejidos vasculares del cual salen los pecíolos, que son largos y los cuales sostienen las hojas.

### **c. Hojas**

Las hojas son pinnadas, trifoliadas, con estípulas en su base, de color verde oscuro, con muchos estomas para poder realizar una intensa transpiración. En las axilas se forman yemas vegetativas o productivas, dando origen las primeras a estolones y las segundas a las inflorescencias que van a producir los frutos.

### **d. Flores**

Las flores pueden ser perfectas y hermafroditas o imperfectas y unisexuales. Flor hermafrodita es aquella que tiene órganos masculinos (estambres) y femeninos (carpelos), si solamente tiene estambres se llama unisexual masculina y si tiene solo carpelos se llama unisexual femenina. La mayor parte de las fresas cultivadas comercialmente poseen flores perfectas y hermafroditas, agrupándose en inflorescencias las cuales poseen un eje primario. Las flores de la fresa se agrupan en inflorescencias que son un conjunto de flores que salen del mismo brote. La inflorescencia típica posee un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios, llevando cada eje en su extremo una flor, pero cada variedad puede presentar diferentes tipos de inflorescencias.

### **e. Fruto**

El fruto es un agregado, lo que quiere decir, que proviene de una sola flor que tiene los carpelos separados y de cada ovario sale un pequeño fruto. Botánicamente, la fruta roja que llamamos "baya" es un tallo de la flor agrandado (receptáculo) con muchas semillas incrustadas en la superficie. En realidad, lo que parece ser las

semillas de verdad son los "frutos verdaderos", que se refiere correctamente como aquenios (Barclay, E. 2012).

El aquenio es un fruto monocárpico, indehisciente, seco y de una sola semilla. Después de realizada la fecundación, los óvulos al transformarse en aquenios estimulan el engrosamiento del receptáculo. Se pueden presentar frutos con corazón lleno o corazón vacío (Angulo, R. 2009).

## **5. Características del fruto**

La fresa es una fruta de forma cónica o casi redonda, de tamaño variable según la especie (de 15 a 22 mm de diámetro), coronada por sépalos verdes, de color rojo y con un sabor que varía de ácido a muy dulce. Lo que más caracteriza a esta fruta es su intenso aroma.

En realidad es una inflorescencia (falso fruto), es un engrosamiento del receptáculo floral, que contiene a los frutos verdaderos llamados aquenios. Cada fresa alberga entre 150 y 200 aquenios (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

La fresa es considerada como un fruto no climatérico, debido el descenso en la emisión de etileno durante la maduración y desarrollo del fruto y la ausencia de un incremento de la respiración que son acontecimientos propios de la crisis climatérica. Sin embargo durante la etapa de maduración organoléptica presenta un ligero incremento de tamaño y cambios en el color y la firmeza del fruto; estos fenómenos son característicos de frutos climatéricos (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

## **6. Composición nutricional**

La fresa se caracteriza por tener un elevado contenido en antioxidantes naturales como polifenoles y la vitamina C. Los frutos de fresa son muy ricos en compuestos fenólicos tales como antocianinas, flavonoides, derivados del ácido cinámico y fenoles simples derivados de los fenilpropanoides. Estos fenoles tienen importantes implicaciones nutritivas, ya que muchos de ellos presentan propiedades

anticancerígenas y beneficiosas para el sistema cardiovascular, siendo algunos de ellos particularmente abundantes en fresa como el ácido elágico. Además la fresa es también una fuente reconocida de ácido fólico, potasio y fibra, aunque como en el caso de la mayoría de los frutos, es una fuente muy pobre de nitrógeno (Pérez, A. y Sanz, M. 2008). A continuación en el Cuadro 3 se describe la composición nutricional de la fresa por cada 100 gramos:

Cuadro 3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA FRESA

Componente	Contenido en 100 g de porción comestible de fresa
Energía	41 kcal
Agua	89,1 g
Proteínas	0,7 g
Grasa total	0,8 g
Carbohidratos totales	8,9 g
Carbohidratos disponibles	6,9 g
Fibra cruda	1,4 g
Fibra dietética	2,0 g
Cenizas	0,5 g
Calcio	37 mg
Fósforo	28 mg
Zinc	0,14 mg
Hierro	1,20 mg
Retinol	7,00 µm
Vitamina A	1,0 mg
Tiamina	0,04 mg
Riboflavina	0,05 mg
Niacina	0,26 mg
Vitamina C	42,00 mg

**Fuente:** García, R. et al. (2009)

## **7. Variedades de la fruta**

En el mundo existen más de 1000 variedades de fresa pero las que más se cultivan en el Ecuador son: oso grande, diamante, monterrey y albión. Su textura y pesos son similares, diferenciándose por su tamaño. En Ecuador se cultivan en zonas que tienen entre 1 300 y 3 600 metros sobre el nivel del mar y con temperaturas que bordean los 15 grados (Valenzuela, G. 2012).

**a. Oso grande**

De origen californiana su inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante este presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco, de gran tamaño, color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro y se considera de día corto (12 horas o menos) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

**b. Diamante**

Se caracteriza por su gran calidad de fruto, excelente sabor y tamaño de fruto (entre 30-31 gramos por fruto). La forma de la planta es más compacta, produce menos cantidad de fruta pequeña y por tanto el porcentaje de desecho es menor que en Selva. El color interno del fruto es más claro que otras variedades de día neutro, por lo tanto no es tan indicado para el procesado como lo es para el mercado fresco (Valenzuela, G. 2012).

**c. Albión**

Se caracteriza por la alta calidad de su fruto, tanto en tamaño como en sabor y firmeza (del orden de 32 gramos por fruta). Es de muy fácil recolección y resistente a las actividades post cosecha. Es resistente a la *Phytophthora Verticillium* y antracnosis. Es una de las variedades preferidas por los agricultores por sus producciones constantes durante la cosecha (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

**d. Monterrey**

Es firme, de forma cónica y tiene color rojo intenso. La fruta de esta variedad es muy llamativa al consumidor, es muy dulce por falta de acidez. El vigor de la planta es superior a la variedad Albión (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

## **8. Cosecha**

### **a. Maduración**

Pérez, A. y Sanz, M. (2008) afirman que para determinar el punto óptimo de cosecha de la fresa es preciso establecer una clara distinción entre los estados de maduración fisiológica y maduración organoléptica del fruto.

- Maduración fisiológica es un estado muy concreto en la vida del fruto que corresponde al final de la etapa de desarrollo en la que ha alcanzado prácticamente su tamaño y peso definitivos.
- La maduración organoléptica se inicia inmediatamente después de finalizar la maduración fisiológica y progresa hasta que la fresa alcanza su color, firmeza, sabor y aroma óptimos para el consumo.

La fresa madura tiene una vida comercial útil muy corta, por ello, la recolección ha de realizarse cuando el fruto se encuentre en un estado de desarrollo lo suficientemente avanzado para que pueda completar, el proceso de maduración organoléptica, fuera de la planta. La recolección excesivamente anticipada disminuye la calidad tanto por el aspecto (color insuficiente) como por las características gustativas (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

### **b. Índice de madurez**

Para determinar el punto óptimo de cosecha de la fresa es preciso establecer una clara distinción entre los estados de maduración fisiológica y maduración organoléptica del fruto. El primero, es un estado muy concreto en la vida del fruto que corresponde al final de la etapa de desarrollo en la que ha alcanzado prácticamente su tamaño y peso definitivos. La maduración organoléptica se inicia inmediatamente después de finalizar la maduración fisiológica y progresa hasta que la fresa alcanza su color, firmeza, sabor y aroma óptimos para el consumo. La fresa madura tiene una vida comercial útil muy corta. Por ello, la recolección ha de realizarse cuando el fruto se encuentre en un estado de desarrollo lo



suficientemente avanzado para que pueda completar, ya fuera de la planta, el proceso de maduración organoléptica. La recolección excesivamente anticipada disminuye la calidad tanto por el aspecto (color insuficiente) como por las características gustativas (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

El índice de madurez para la recolección de fresas se basa en el color del fruto, así se considera una fresa madura cuando ésta presenta más de 1/2 o las 3/4 partes de la superficie de color rojo. Sin embargo este parámetro cambia de acuerdo a las normas de calidad de cada país (Cordenunsi et al. 2005).

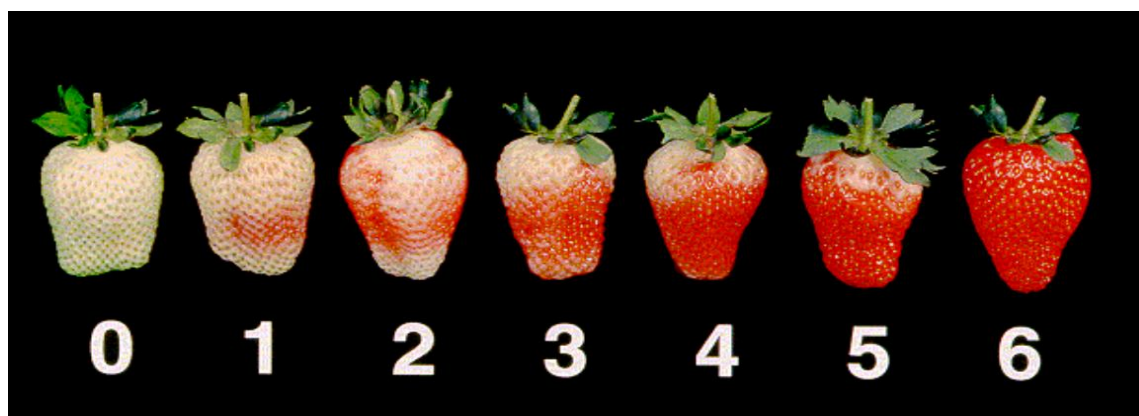


Gráfico 2. Esquema de índices de madurez.

Cuadro 4. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE MADUREZ

Color	Descripción
0	Fruto de color blanco verdoso bien desarrollado.
1	El fruto es aún de color blanco verdoso, con algunas áreas de color rosa en la zona apical.
2	Se incrementa el área de color rojo intenso en la zona apical.
3	El color rojo puro cubre hasta la zona media del fruto y la zona de cáliz presenta visos rosados.
4	Aumenta el área de color rojo intenso hacia el cáliz.
5	El color rojo intenso aumenta y empieza a cubrir la zona del cáliz.
6	El color rojo intenso cubre todo el fruto.

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997).

### c. Recolección

La recolección de la fresa se realiza en casi todo el mundo de forma manual, a excepción de algunos casos de recolección mecanizada en países como Italia, Israel o E.U.A., para fresa destinada a la industria. (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

Al momento de la recolección se debe tomar el fruto por el pedúnculo por debajo del cáliz entre dedos índice y medio; retirar girando para desprender la fruta. En el momento de la cosecha, los frutos deben estar sanos, enteros, sin magulladuras, lesiones, restos de tierra ni síntomas iniciales de ataque por microorganismos patógenos. La recolección se debe realizar preferentemente en las primeras horas de la mañana pero siempre evitando la presencia de humedad en la superficie del fruto. Además se debe ponerse especial cuidado en las horas posteriores, cuando el calor sea más intenso, ya que la vida comercial útil del fruto se ve drásticamente acortada en función del número de horas que transcurren desde la recolección hasta la refrigeración (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Una vez terminada la cosecha el producto debe ser colocado rápidamente bajo techo, evitando la incidencia directa de la radiación solar, y con máxima ventilación hasta su traslado al centro de confección. La exposición del fruto a la radiación solar directa provoca que su temperatura se vea incrementada considerablemente, con el consiguiente avance del deterioro del fruto y gasto de tiempo y energía necesario para reducir esos grados de temperatura adquiridos en el campo (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

Pérez, A. y Sanz, M. (2008) sugieren que debido a que la fresa es un fruto muy susceptible a daños mecánicos es necesario un adecuado programa de entrenamiento y supervisión a los recolectores para evitar pérdidas de calidad del fruto durante la etapa de recolección. En este sentido, se ha comprobado que las pérdidas causadas por recolectores no experimentados o poco cuidadosos pueden superar hasta en un 20% a las observadas en partidas de fruta recogidas por recolectores expertos.

## **9. Post cosecha**

### **a. Características fisiológicas y anatómicas que condicionan el manejo postcosecha de la fresa.**

#### **(1) Respiración**

La respiración es el proceso por el cual reservas orgánicas (carbohidratos, proteínas, grasas, ácidos orgánicos) son degradados a productos finales simples hasta como dióxido de carbono y agua, con la consiguiente liberación de energía. Con la cosecha, la separación del fruto de la planta madre que es la fuente natural de agua y compuestos orgánicos, conlleva a una pérdida continuada de los materiales de reserva (Kader, A.1992).

La fresa es un fruto que presenta una alta tasa respiratoria, alcanzando valores de 50-100 ml CO<sub>2</sub>/kg·h a 20°C en las primeras 48-72 horas tras la cosecha, lo cual da lugar a un rápido deterioro en este fruto, aún en ausencia de patógenos que aceleran dicho proceso, determinando así su alto carácter perecedero y limitada vida comercial útil (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

## **(2) Transpiración**

La pérdida de agua por transpiración es una de las causas principales de deterioro, porque se produce una pérdida de peso y un notable descenso de la calidad sensorial del fruto al afectar a la apariencia externa y a la firmeza del mismo. Hay que tener presente que pérdidas de peso del 3-6% por transpiración son suficientes para que el fruto pierda su característico brillo y muestre un aspecto envejecido (Kader, A. 1992).

La fresa se caracteriza por presentar una epidermis constituida por una fina capa de células, lo que impide un adecuado control de la transpiración. (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

### **b. Problemas postcosecha**

#### **(1) Desordenes físicos**

La fresa se caracteriza por presentar una epidermis constituida por una fina capa de células, protegiendo a una pulpa blanda. Esta estructura anatómica la hace especialmente vulnerable al daño mecánico de forma que la calidad del fruto,

cuando llega al consumidor, depende en gran medida del trato recibido en las distintas etapas por las que pasa una vez recolectada (Pérez y Sanz, 2009).

Los estudios realizados demuestran una alta incidencia de daño mecánico en los productos en el mercado. Las causas pueden ser debido a golpes (impactos), compresiones y roces (abrasión) que se producen en conjunto, debido a las operaciones a las que se someten los productos frescos: recolección, manipulación, transporte, acondicionamiento, empaque y venta al menudeo. Un manejo inapropiado puede dar como resultado daños causados por impacto, compresión, abrasión, perforación o por dos o más acciones (Alcántara, M. 2009).

## **(2) Desordenes fisiológicos**

Pérez, A. y Sanz, C. (2008), manifiestan que existen numerosos factores fisiológicos, climáticos y nutricionales que afectan al desarrollo del fruto y que por tanto tienen una incidencia directa en el comportamiento y aspecto de la fresa una vez recolectada. Estos factores se describen a continuación:

- Fruto deformado.- Se ha observado que el desarrollo del receptáculo carnoso depende absolutamente de la presencia de aquenios fertilizados. Si un aquenio no se desarrolla por falta de polen, fertilización fallida o es destruido por otros factores (insectos, enfermedades, sequía, humedad o heladas) el tejido del receptáculo que lo soporta puede no desarrollarse adecuadamente, causando una deformación en el fruto.
- Insolación excesiva.- Los cambios bruscos de temperatura y luminosidad pueden provocar una maduración acelerada y por tanto un rápido deterioro de la fresa, viéndose especialmente afectadas aquellas zonas del fruto de máxima exposición al sol.
- Fruto arrugado.- La alta tasa respiratoria y fina epidermis de la fresa la hace muy susceptible a la pérdida de agua por transpiración. Esto causa la pérdida del característico brillo del fruto, apareciendo deteriorado y envejecido, y

provocando asimismo que el cáliz se seque. Pérdidas de agua por transpiración en el rango 3-6% comprometen seriamente la apariencia externa del fruto.

- **Sobremaduración.**- La fresa es un fruto que debido a su gran actividad metabólica pasa con gran rapidez del estado maduro al sobremaduro senescente, especialmente si se mantiene a temperaturas relativamente cálidas.
- **Carencias de nutrientes.**- Se han descrito algunas deficiencias nutritivas para la fresa que pueden afectar a la calidad del fruto. Entre ellas destacan la deficiencia de calcio y boro. En el primer caso se originan frutos de pequeño tamaño, duros, muy ácidos y que presentan parches de semillas. La carencia de boro da lugar a frutos con un alto grado de deformación, siendo típica la denominada 'cara de gato'. Por otra parte, una deficiente translocación de azúcares durante la maduración del fruto provoca el albinismo. La fresa albina, normal en tamaño y apariencia general, difiere del fruto sano en la carencia de color, siendo por lo general más blanda, insípida y con una velocidad de deterioro más alta.

### **(3) Patologías postcosecha**

La fragilidad de la fresa comparada, con otro tipo de frutos, la hace especialmente susceptible a la infección por microorganismos patógenos. El objetivo principal del control de patologías durante la post cosecha de la fresa es la ralentización del desarrollo de infecciones ya iniciadas en el campo. Las más comunes en la etapa de postrecolección son las siguientes.

- **Podredumbre gris.**- está causada por el hongo *Botrytis cinerea*. Entre las enfermedades post cosecha de la fresa ésta es la más seria y más frecuente en nuestra climatología. Este hongo es capaz de completar su ciclo de infección hasta la formación de esporas en un tiempo muy reducido, especialmente en condiciones climáticas cálidas y de alta humedad. El tejido afectado adquiere un color rosa mate a marrón, pudiendo extenderse a todo el fruto sin desintegración y con poca exudación. Pasado un tiempo, la lesión exhibe en la superficie del fruto un micelio blanco que se transforma en gris cuando se

produce la esporulación. Las lluvias frecuentes y el riego excesivo favorecen la germinación de las esporas de *Botrytis cinerea*. Los frutos pueden ser infectados por contacto con otros frutos infectados o pueden haber sido infectados en la etapa de precosecha. Así, la infección puede originarse durante la floración, permaneciendo en estado latente hasta que el fruto está totalmente maduro.

- Pudrición de la corona.- Esta micosis, debida al hongo *Phytophthora cactorum*, afecta al fruto en cualquier estado de su desarrollo. Se manifiesta por un tono pardo en la zona afectada que degenera hasta decolorarse, adquiriendo los tejidos una textura blanda. La infección parece que ocurre sólo en presencia de agua libre, causada por lluvia excesiva o niebla, y temperaturas entre 17-25°C.
- Antracnosis.- Se han descrito cuatro especies de *Colletotrichum* como causantes de antracnosis en plantas de fresa: *C. fragariae*, *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* y *C. dematium*, pero es muy difícil distinguir las distintas cepas patógenas y no se sabe con certeza cuales de ellas afectan al fruto. Las lesiones en éste se caracterizan por manchas redondeadas de color pardo que con el tiempo evolucionan a rosa anaranjado de aspecto mucilaginoso. Las manchas descritas crecen hasta afectar al fruto completo que acaba momificándose. El hongo se dispersa por la lluvia y se desarrolla a temperaturas de 15-30°C.
- Podredumbre acuosa.- Causada por hongos del género *Rhizopus*, tales como *R. nigricans* y *R. stolonifer*, que infectan al fruto una vez maduro a través de las heridas, manifestándose durante la conservación y transporte por ablandamiento del fruto y el característico exudado. El hongo no se desarrolla a temperaturas por debajo de 5°C, observándose incluso la muerte de esporas en germinación a temperaturas cercanas a los 0°C, de forma que la infección se reduce significativamente una vez que el fruto pasa a temperatura ambiente.
- Mildiu.- Causado por el hongo *Peronospora fragariae*. El fruto adquiere un aspecto coriáceo, apareciendo un micelio algodonoso en estados avanzados de la infección.

### c. Manejo post cosecha

La vida comercial útil de los productos hortofrutícolas está condicionada por una serie de factores intrínsecos en el momento de la recolección como son su estado de maduración, la existencia de daños y el grado de infección por microorganismos patógenos. La prolongación de la vida comercial útil del producto, manteniendo unos niveles aceptables de calidad, sólo se puede llevar a cabo controlando su actividad metabólica y minimizando posibles procesos infectivos. (Pérez, A. y Sanz, C. 2009).

#### (1) Selección

La clasificación es la operación que agrupa el producto en categorías, puede ser por grado de madurez o por calidad.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4103 para fresa de variedad Chandler establece tres categorías (Extra, I y II) en función de factores externos como tamaño, uniformidad, homogeneidad de color, limpieza y ausencia de daños mecánicos o causados por plagas.

Cuadro 5. CLASIFICACIÓN DE LA FRESA SEGÚN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4103.

Categoría	Características	Tolerancias
<b>Extra</b>	Las fresas de esta categoría deberán ser de calidad superior y presentarán. Deberán tener un aspecto brillante, acorde con las características de la variedad. Además, no podrán presentar defectos, salvo ligerísimas alteraciones superficiales que no afecten al aspecto general	Un 5 % en número o en peso de fresas que no cumplan los requisitos de esta categoría pero que se ajusten a los de la categoría I. El total de frutos dañados no podrá sobrepasar un 2 %.
	Las fresas de esta categoría deberán ser de buena calidad. Además, tendrán que estar prácticamente limpias de tierra. Podrán tener los defectos leves	Un 10 % en número o en peso que no cumplan los requisitos de esta categoría pero que se ajusten a los de la categoría II. El

<b>Categoría I</b>	siguientes: una ligera malformación, una pequeña mancha blanca que no represente más de un décimo de la superficie del fruto, ligeras señales de presión superficiales.	total de frutos dañados no podrá sobrepasar un 2 %.
<b>Categoría II</b>	Esta categoría comprenderá las fresas que no puedan clasificarse en las categorías superiores pero que cumplan los requisitos mínimos arriba establecidos. Siempre que conserven sus características esenciales de calidad, conservación y presentación, estas fresas podrán tener los defectos siguientes: malformaciones, manchas blancas que no representen más de un quinto de la superficie del fruto, ligeras magulladuras secas que no evolucionen, ligeros restos de tierra.	Un 10 % en número o en peso que no cumplan los requisitos de esta categoría ni tampoco los requisitos mínimos, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre, magulladuras profundas u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo. El total de frutos dañados no podrá sobrepasar un 2 %.

Fuente: INCOTEC, (1997).

## (2) Empaque

La fruta debe ser empacada inmediatamente después de la cosecha y se ha de colocar en enfriamiento inmediatamente. Los empaques más utilizados durante el proceso de cosecha son de plástico, tanto para consumo en fresco como industrial. Otro tipo de empaques para consumo en fresco pueden ser los de cartón comprimido o madera que se elaboran de acuerdo al peso contenido (empaques para 250, 500, 1000 y 2000 gr). Actualmente se ha innovado en el uso de empaques biodegradables, de mayor sostenibilidad y amigables con el medio ambiente (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

### (1) Refrigeración

Alcántara, M. (2009) indica que la tasa respiratoria de la fresa aumenta alrededor de cuatro veces por cada 10°C de incremento de temperatura, esto da lugar a un rápido consumo de sus reservas nutritivas y una aceleración dramática del deterioro por senescencia, por ello es necesario someter al fruto a un inmediato proceso de descenso de temperatura.



Pérez, A. y Sanz, C. (2008) puntualiza que la refrigeración ha demostrado ser la mejor herramienta que se dispone en la actualidad para prolongar la vida comercial útil de la fresa. El rango de temperatura óptimo para la conservación de la fresa es de  $-0,5 - 0^{\circ}\text{C}$ , a esta temperatura se reduce actividad metabólica en el fruto sin producir daños por congelación. Sin embargo, dadas las limitaciones técnicas de las instalaciones frigoríficas comerciales se recomienda un rango de temperatura de trabajo de  $0-2^{\circ}\text{C}$ . Entre las ventajas que aporta refrigeración de la fresa se encuentran:

- Disminución de la actividad metabólica con un consiguiente retraso del deterioro y conservación de su valor nutritivo.
- Disminución de la actividad de los microorganismos patógenos que la infectan y una menor incidencia de los problemas que derivan de ellos.
- Reducción de la transpiración del fruto, evitándose la disminución en peso, la pérdida de brillo y el arrugamiento que normalmente lleva asociado.
- La posibilidad de poder recolectar el fruto en un estado más avanzado de maduración, lo que redundará en unas cualidades organolépticas superiores.

### **C. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES**

Los términos recubrimientos comestibles y películas comestibles se utilizan indistintamente para referirse a la aplicación de matrices transparentes y comestibles sobre las superficies de los alimentos, con el fin de servir de empaque y de preservar su calidad. Sin embargo ambos se distinguen por el modo en que son obtenidos y aplicados sobre el producto (Parzanese, M. 2006).

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento, generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (Ramos, Bautista, & Barrera, 2010). A diferencia de las películas comestibles (PC) que son matrices preformadas, obtenidas por moldeo, cuyo espesor es siempre mayor al de los RC. Estas son aplicadas sobre la superficie o como separador de los distintos componentes de un alimento, luego de ser producidas (Parzanese, M. 2006).

Al igual que los RC, las PC poseen propiedades mecánicas, generan efecto barrera frente al transporte de gases, y pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de las sustancias encapsuladas y formadoras de dichas matrices (Quintero, J. et al. 2010).

(Dhall, R. 2013) manifiesta que debido a que los RC y PC van a ser ingeridos por el consumidor junto con el producto vegetal, los materiales que pueden ser utilizados en su formación deben reunir las siguientes características:

- Compuestos considerados GRAS (Generalmente Reconocidos como Seguros).
- Estables en condiciones de alta humedad.
- Buena barrera al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, aunque deben permitir un mínimo de 1 - 3% de oxígeno entorno al producto para evitar los efectos negativos de la anaerobiosis.
- Buenas propiedades mecánicas para evitar pérdidas por roturas o quiebre del material.
- Adherirse fácilmente a la superficie de los alimentos a tratar.
- Sensorialmente aceptables, es decir, que no transfieran sabores y olores extraños, y que sean translúcidos para no modificar el color original del vegetal.
- Estables desde un punto de vista físico- -químico y microbiológico.
- Requerir de tecnologías sencillas y de bajo costo para su fabricación y posterior aplicación.
- Poseer propiedades nutricionales y organolépticas que sean compatibles con el alimento a recubrir.
- Responder a la reglamentación vigente (aditivos alimentarios).

## **1. Clasificación**

Las PC y RC se han clasificado con base en el material estructural, de modo que se habla de películas y recubrimientos basados polisacáridos, lípidos y proteínas. En muchos casos dos o más materiales son mezclados para producir materiales con mejores características físicas (Quintero et al. 2010).

## **a. Polisacáridos**

Los polisacáridos forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confiere buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ), por lo cual retardan respiración y envejecimiento de muchas frutas y hortalizas. Los polisacáridos son los hidrocoloides más utilizados en la industria alimenticia, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Sin embargo; una desventaja que presentan es que son hidrónimicos y por lo tanto, constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad (Fernández, D. et al. 2015).

### **(1) Almidones**

Su uso en la fabricación de films y recubrimientos es muy conveniente ya que son polímeros biodegradables, comestibles y sus fuentes son abundantes (maíz, trigo, papa, arroz, etc.), renovables y de bajo costo. Su funcionalidad es principalmente servir como barrera al  $O_2$  y a los lípidos, como también mejorar la textura (Parzanese, M. 2006).

### **(2) Alginatos**

Se obtienen de diferentes especies de algas, principalmente de *Macrocystis pyrifera*. Presenta la propiedad de formar geles cuando se le adicionan iones calcio ( $Ca^{2+}$ ) los cuales se utilizan en la formulación de PC y RC. Sus aplicaciones son variadas ya que poseen buenas propiedades de barrera frente al  $O_2$  y lípidos, una de las más destacadas es en productos cárnicos frescos o congelados para evitar su deshidratación superficial. Además se lo utiliza en recubrimientos de partículas de café liofilizadas (Parzanese, M. 2006).

### **(3) Pectinas**

Corresponden a un grupo complejo de polisacáridos estructurales que están presentes en la mayoría de las plantas, principalmente en los cítricos. Para formar películas con este compuesto es necesario agregar una sal de calcio (cloruro de

calcio) y antimicrobianas, a su abundancia en la naturaleza y a su capacidad para formar películas. Estas se distinguen de las obtenidas a partir de otros polisacáridos por ser transparentes, de buenas propiedades mecánicas y de barrera frente al O<sub>2</sub>. Las PC a base de quitosano fueron aplicadas en muchos productos, principalmente frutas y hortalizas como frutillas, pimientos, pepinos, manzanas, peras, duraznos y ciruelas con el objetivo de preservar su calidad y actuar como agente antimicrobiano (Parzanese, M. 2006).

#### **(4) Carragenanos**

Se extraen de algas rojas como las especies *Chondrus* y *Gigarina*. Al igual que los alginatos requieren de la adición de sales de calcio para la formación de geles. Como resultado se obtienen películas transparentes, incoloras y de sabor ligeramente salado. Estas se aplican principalmente para retardar la pérdida de humedad de algunos frutos (Parzanese, M. 2006).

#### **(5) Derivados de la celulosa**

Los derivados de la celulosa son considerados buenos agentes formadores de películas debido a su estructura lineal. Generalmente las películas son sólidas y resistentes a los aceites y a la mayoría de los solventes orgánicos no polares. Se emplean para controlar la difusión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, a fin de retrasar el proceso de maduración en frutas y vegetales (Parzanese, M. 2006).

#### **b. Proteínas**

Son hidrocoloides que pueden ser de origen animal como las gelatinas y las proteínas de suero de leche, o de origen vegetal como las proteínas de soja y de maíz (zeína). Forman películas con mejores propiedades mecánicas y de barrera frente al oxígeno y dióxido de carbono que los polisacáridos, pero también requieren combinaciones con lípidos para mejorar sus propiedades de barrera frente al agua (De ancos, B. Gonzalez, D. Colina, C. 2015).

### **(1) Caseína**

Los caseínatos son buenos formadores de películas emulsionadas por su naturaleza anfifílica, su estructura desordenada y su capacidad para formar puentes de hidrógeno. Las películas de caseinato presentan características favorables para uso en alimentos como transparencia y flexibilidad. Se desarrollaron cubiertas protectoras para brownies, cubos de chocolate y donuts a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soja o maíz y un plastificante (Parzanese, M. 2006).

### **(2) Proteínas del suero lácteo**

Las películas basadas en proteínas del suero son excelentes barreras al O<sub>2</sub>, aunque resultan ser muy frágiles. Como solución a este inconveniente se detectó que sus propiedades mecánicas mejoran considerablemente mediante la adición de un agente plastificante, como el glicerol. Para la fabricación de las películas y los recubrimientos se parte de un concentrado de proteínas al que se aplica calor para su desnaturalización. Tras su refrigeración se elimina el gas atrapado y se forma el material de envase. Dentro de las primeras aplicaciones consideradas en fase de experimentación se puede nombrar su uso como cobertura en productos sensibles al oxígeno, como nueces y maníes, para evitar su oxidación y prolongar su vida útil. También se investiga la formación de recubrimientos comestibles anti-moho para quesos, envases destinados a la leche en polvo y otros productos deshidratados, como barrera frente a la humedad y alternativas al colágeno de las coberturas empleadas en derivados cárnicos (Parzanese, M. 2006).

### **(3) Colágeno**

Es el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos, y se encuentra extensamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. Las películas comestibles obtenidas a partir de este se aplican desde hace tiempo en productos y derivados cárnicos, principalmente como recubrimiento de salchichas y otros embutidos. Los beneficios que presenta este tipo de recubrimiento son evitar la

pérdida de humedad y dar un aspecto uniforme al producto mejorando sus propiedades estructurales (Parzanese, M. 2006).

#### **(4) Zeína**

Es una prolamina y la principal proteína de reserva del maíz. Se caracteriza por ser un material relativamente hidrofóbico y termoplástico por lo cual forman películas fuertes, con brillo, resistentes al ataque microbiano, insolubles en agua; con propiedades antioxidantes y capacidad de adhesión (Parzanese, M. 2006).

#### **c. Lípidos**

Los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentan excelentes propiedades de barrera frente a la humedad, reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y la apariencia de muchos de los alimentos. Sin embargo, su falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos; sin embargo. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y películas comestibles se pueden mencionar las ceras (abejas, candelilla y carnauba), resinas, monoglicéridos, diglicéridos y los ácidos grasos tales como el ácido esteárico, palmítico (De Ancos, B. et al. 2015).

#### **d. Compuestos**

Son formulados mediante la combinación de hidrocoloides y lípidos permitiendo aprovechar las ventajas funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables (Parzanese, M. 2006).

En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides la permeabilidad selectiva al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> y una buena cohesión estructural, integridad y duración de la película (De Ancos, B. et al. 2015).

Parzanese, M. (2006) establece que de acuerdo a la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

### **(1) Laminados**

Se configuran mediante la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua (Parzanese, M. 2006).

### **(2) Emulsiones**

Se trata de mezclas heterogéneas de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o microemulsión. Este tipo de películas son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos (Parzanese, M. 2006).

## **2. Aditivos que se adicionan a los recubrimientos comestibles**

Los aditivos son componentes que se añaden a las películas o recubrimientos para mejorar sus propiedades físico – químicas, mecánicas, de protección, sensoriales o nutricionales para de esta manera optimizar su conservación

### **a. Antimicrobianos**

Los antimicrobianos se utilizan para controlar el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias, son compuestos usados para retardar o prevenir el deterioro fisicoquímico o microbiológico de los alimentos, los cuales pueden deteriorarse a través de cambios adversos causados por la presencia de enzimas, oxígeno, luz perdida de humedad o más importante la acción de microorganismos (Ramos, M. et al. 2010).

Los antimicrobianos adicionados a las películas y recubrimientos comestibles pueden proporcionar mayores efectos inhibidores contra bacterias patógenas y de descomposición mediante el mantenimiento de concentraciones eficaces de los compuestos activos en las superficies de los alimentos (Rojas, M. et al. 2009).

Hay varias categorías de agentes antimicrobianos que pueden ser potencialmente incorporados en películas y recubrimientos comestibles, que incluyen ácidos orgánicos (ácido acético, benzoico, láctico, propiónico, sórbico), ésteres de ácidos grasos (monolaurato de glicerilo), polipéptidos (lisozima, peroxidasa, lactoferrina, nisina), aceites esenciales de plantas (EOS) (canela, orégano, hierba de limón), nitritos y sulfitos, entre otros. Si bien sus mecanismos reales de la acción no se entienden bien, se cree que la eficacia antibacteriana de ácidos orgánicos derivan del hecho de que los ácidos protonados son de membrana solubles, y pueden entrar en el citoplasma mediante difusión simple (Dhall, R. 2013).

#### **b. Agentes antipardeamiento**

Las operaciones de procesamiento de frutas recién cortadas pueden inducir a cambios indeseables en el color y el aspecto de estos productos durante el almacenamiento y comercialización. El fenómeno es causado generalmente por la enzima polifenoloxidasa (PPO), que en presencia de oxígeno, convierte los compuestos fenólicos en pigmentos de color oscuro.

El ácido ascórbico es el más ampliamente utilizado para evitar el pardeamiento enzimático de fruta debido a la reducción de los o-quinonas (generados por la acción de las enzimas de PPO), de nuevo a los sustratos fenólicos. De igual forma se han utilizado compuestos como N-acetilcisteína y glutatión, ácidos carboxílicos (ácido cítrico y ácido oxálico) como inhibidores de pardeamiento enzimático (Rojas, M. et al. 2009).

#### **c. Potenciadores de textura**

En la industria alimentaria se han utilizado diferentes sales como lactato de calcio, cloruro de calcio, fosfato de calcio, propionato de calcio y gluconato de calcio, con



el objetivo de conservar y/o mejorar la firmeza del producto. Los iones de calcio interactúan con polímeros pécticos para formar una red reticulada que aumenta la resistencia mecánica, retrasando así la senescencia y controlando de los trastornos fisiológicos en frutas y verduras (Rincón,A. y Martínez, E. 2015).

Los potenciadores de textura también se pueden añadir a recubrimientos comestibles para minimizar el ablandamiento durante el almacenamiento de frutas y verduras (Rojas, M. et al. 2009).

#### **d. Nutracéuticos**

Varios investigadores han tratado de incorporar minerales, vitaminas y ácidos grasos en las formulaciones de película y recubrimiento comestible para aumentar el valor nutricional de algunas frutas y verduras, donde estos micronutrientes están presentes en cantidades bajas. En este sentido, las concentraciones de nutrientes añadidos deben ser estudiados cuidadosamente, ya que es importante conocer su funcionalidad básica y su efecto en las propiedades mecánicas y de barrera de los recubrimientos o películas comestibles (Rojas, M. et al. 2009).

Son diversos los ingredientes funcionales que se han incorporado a los RC y PC con el fin de incrementar las propiedades beneficiosas para la salud, como vitaminas (E o C), minerales, ácidos grasos, probióticos (bifidobacterias), etc. (De ancos, B. et al. 2015).

#### **e. Plastificantes**

Son moléculas pequeñas de bajo peso molecular, de baja volatilidad y con una naturaleza química similar a la del polímero formador de recubrimiento. Se usan para mejorar la flexibilidad y la funcionalidad de los recubrimientos. El plastificante debe ser miscible con el polímero y de ser posible, soluble en el solvente. Los plastificantes comúnmente utilizados en alimentos son: ceras, aceites y ácidos grasos (Morales, M. 2011) .

## **f. Emulsificantes y surfactantes**

La naturaleza física de la región interfacial es crucial para obtener una emulsión de alta calidad y para conseguirla frecuentemente se adicionan emulsificantes: la función principal de los emulsificantes es la de promover y/o estabilizar una emulsión. En concreto un emulsificante no necesariamente confiere estabilidad duradera, sino simplemente tiene la capacidad de adsorberse rápidamente en la interface recién creada durante la emulsificación mientras que la estabilidad a largo plazo usualmente es conferida por las proteínas y polisacáridos (Bósquez, M. 2003).

## **3. Ventajas**

Dhall, R. (2013) menciona las siguientes ventajas de los recubrimientos y películas comestibles:

- Pueden ser ingeridos por los consumidores.
- Disminuyen los desechos de envasado. Un alimento al recubrimiento comestible requiere de embalajes más simples.
- Regulan el intercambio de gases como O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y de vapor de agua.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura.
- Prolongan la vida útil de los productos.
- Pueden mejorar las características nutricionales y organolépticas porque se pueden agregar aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos, nutrientes.
- Mejora la apariencia externa, dando más brillo a la superficie de la fruta.
- Reduce la pérdida de peso y mantiene la fruta firme, de modo que su apariencia fresca se puede mantener.
- Reduce la tasa de respiración y producción de etileno.
- Evita que las frutas y verduras contra las lesiones y trastornos de almacenamiento de frío.

## **4. Tecnologías para la aplicación de RC Y PC**

Parzanese, M. (2006) describe las siguientes:

#### **a. Inmersión**

Consiste en la aplicación de las matrices comestibles sumergiendo el alimento en la solución filmogénica preparada. Se utiliza especialmente en aquellos alimentos cuya forma es irregular que requieren de una cobertura uniforme y gruesa. Es importante que el producto a tratar esté previamente lavado y secado, y que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme.

#### **b. Spray**

Esta técnica se basa en la aplicación de la solución filmogénica presurizada. Permite obtener RC más finos y uniformes. Se usa en alimentos de superficie lisa o para la separación de componentes de distinta humedad de un alimento compuesto, por ejemplo en platos preparados como pizzas u otros.

#### **c. Casting**

Mediante esta técnica se obtienen películas o films premoldeados. Consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante y agua. Luego se vierte sobre una placa de material inocuo (acero inoxidable) donde se deja secar para que se forme el film o película. La velocidad de secado junto con la temperatura y humedad son condiciones determinantes para la calidad del film (transparencia, consistencia, propiedades mecánicas), por lo tanto deben ser controladas correctamente.

### **D. CLORURO DE CALCIO**

El cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), es un compuesto iónico de calcio y cloro. Es muy soluble en agua y es delicuescente. Es una sal que es sólido a temperatura ambiente, y se comporta como un haluro típico iónico (Baudi, S. 2013).

El cloruro de calcio es un aditivo alimentario ampliamente utilizado en la industria como agente de firmeza o endurecedor, estabilizante y espesante, con fines tecnológicos y nutrimentales. Como agente de firmeza este ingrediente ayuda a mantener o conservar la firmeza y la característica crocante de los tejidos de vegetales y frutas por otra parte también interactúa con otros agentes de gelificación para aumentar la fuerza de gel (Commission Regulation Unión Europea, 2000).

### **1. Efecto de la aplicación de calcio en la calidad de frutas y hortalizas.**

Las aplicaciones de calcio durante la post cosecha se han usado para minimizar los efectos de la maduración y controlar el desarrollo de desórdenes fisiológicos en las frutas (Ramirez, J. et al. 2010), incrementando así su vida útil, además de su calidad nutricional (Aghdam, M. et al. 2013).

La sal de calcio comúnmente utilizada es  $\text{CaCl}_2$  para reducir el ablandamiento en muy diversas frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas. La influencia del calcio para mejorar la firmeza de la pulpa se atribuye a su capacidad de servir como puente de unión a sustancias pécticas en la pared celular y lámina media, en este sentido el  $\text{Ca}^{2+}$  se une con grupos carboxílicos libres (desmetilados) de los polímeros de pectinas existentes y forman pectatos de calcio insolubles (Cremades, L. et al. 2012) los cuales incrementan la rigidez de la pared celular de las frutas y por lo tanto aportan a la firmeza del tejido y previenen el ablandamiento (Rincón A. y Martínez, E. 2015).

El cloruro calcio reduce la tasa de respiración y la producción de etileno, retrasando la maduración y la senescencia del fruto (Martín, A. et al. 2007). Además debido a que los iones de calcio aumentan la estabilidad de las paredes celulares por acción de la pectina, se reduce la transpiración y por tanto se disminuye la pérdida de peso (Rincón, A. y Martínez, E. 2015).

Irfan, P. et al. (2013) manifiestan que los tratamientos post cosecha con cloruro de calcio logran reducir la incidencia en enfermedades por patógenos y previenen el desarrollo de trastornos fisiológicos, demostrando ser eficaces en el control del crecimiento de las bacterias aerobias mesófilas, levaduras y mohos en almacenamiento a baja temperatura.

## **2. Formas de aplicación de calcio**

Martín, A. et al. (2007) describe dos formas principales de aplicación del calcio en frutas y verduras fresca: por inmersión e impregnación.

### **a. Inmersión**

Este método es usado principalmente para los productos frescos perecederos, el consiste en la inmersión del producto, y la aplicación o no de agitación mecánica, seguido por la eliminación del exceso de solución de lavado.

Diferentes factores (pH, tiempo de inmersión, temperatura y concentración) pueden afectar la integridad del producto. El tiempo de inmersión varía entre de 1 con 15 minutos. Se han utilizado diferentes soluciones de sales de calcio a temperaturas que oscila entre 4 a 60°C, obteniéndose efectos beneficiosos a temperaturas de 40 a 60°C, debido a que se activan ciertas enzimas (pectinmetilesterasa) que permiten la unión del  $\text{Ca}^{2+}$  con grupos carboxílicos libres estabilizando la pared celular y manteniendo la firmeza y la reduciendo el pardeamiento en comparación con temperaturas más bajas. Por otra parte el control del pH la mayoría de los autores utilizan la solución sin ningún ajuste del pH, el cual oscila entre 5,5 a 6,8.

### **b. Impregnación**

El objetivo de estas técnicas es la modificación de la composición del material de alimentación a través de la eliminación parcial de agua y la impregnación con solutos, sin afectar a la integridad del material. El proceso puede ser por gradiente osmótico entre la muestra y la solución, la aplicación de vacío seguido por la

restauración de la condición atmosférica, o ambos gradiente osmótico y condiciones de vacío.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, en el Planta de Procesamiento de Alimentos, ubicada en el kilómetro 1 ½ Panamericana Sur, de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. A una altitud de 2740 m. s. n. m. con una latitud de 01°38' s y una longitud de 78°40' w.

Las condiciones meteorológicas de la Planta de Procesamiento de Alimentos, se describe en el Cuadro 6:

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.

Parámetros	Valores promedios
Temperatura, °C	12.90
Humedad relativa, %	61.00
Viento, m/s	1.70
Precipitación, mm/año	478.00
Altura m. s. n. m	2740

Fuente: Estación Agrometeorológica, ESPOCH. (2013).

El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días (2 meses) distribuidos en: la adquisición de materia prima (fresa variedad Albión) e insumos, obtención del recubrimientos comestible y soluciones de cloruro de calcio, análisis físico - químicos, microbiológicos, vida útil del producto desarrollado.

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 1200 unidades experimentales, distribuidas en 8 tratamientos y 3 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 50 fresas por cada repetición.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

En el presente trabajo investigativo se utilizó los siguientes equipos, materiales e instalaciones:

### **1. Equipos**

- Báscula
- Computador
- Cámara fotográfica
- Refrigeradora
- Licuadora
- Extractor

- Ozonificador

#### **a. Equipos de Laboratorio**

- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Titulador de acidez
- Penetrómetro
- Refractómetro
- Estufa
- Auto clave
- Cuenta colonias

## **2. Materiales**

- Mesas de acero inoxidable
- Ollas de acero inoxidable
- Cucharas
- Bandejas de plástico
- Fundas de plástico
- Vasos de plástico desechables
- Fósforos
- Papel aluminio
- Lavacaras
- Piola
- Pinzas de plástico
- Ventilador
- Equipos de protección personal (bata, cofia, mascarilla, guantes, botas)

#### **a. Materiales de Oficina**

- Etiquetas
- Libreta de apuntes



- Esfero o lápiz
- Marcadores

#### **b. Materiales de Laboratorio**

- Cajas petri
- Tubos de ensayo
- Probetas
- Gradilla
- Espátulas
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Frascos
- Peras de succión

#### **(1) Reactivos**

- Fenolftaleína alcohólica al 2%
- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Solución Buffer pH 7
- Agua destilada
- Agua peptonada
- Alcohol potable
- Formol

#### **(2) Medios de cultivo**

- Agar PDA (mohos y levaduras)
- Agar PCA (aerobios totales)
- Petri films (coliformes totales)

#### **(3) Insumos**

- Gelatina
- Glicerina
- CMC (Carboximetilcelulosa)
- Cloruro de calcio

### 3. Instalaciones

- Planta de Procesamiento de Alimentos
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología de los Alimentos

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estudió el efecto de la aplicación de tres niveles de concentración de cloruro de calcio (0,5; 1 y 1,5%), en la conservación post cosecha de la fresa frente a un tratamiento control (0% de cloruro de calcio); en combinación con un recubrimiento comestible de gelatina y sin recubrimiento, a temperatura de refrigeración.

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo combinatorio bifactorial del factor A (aplicación de recubrimiento comestible) y el factor B (concentración de cloruro de calcio), que se ajustan al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Parámetro de determinación

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del factor A (recubrimiento comestible)

$\beta_j$  = Efecto del factor B (niveles del cloruro de calcio)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

### 1. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se da a conocer en el Cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

<b>Aplicación de recubrimiento</b>	<b>Concentración de cloruro de calcio</b>	<b>Código</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>T.U.E *</b>	<b>U/TRAT.</b>
Con recubrimiento	0%	A1B0	3	50	150
Con recubrimiento	0,5%	A1B1	3	50	150
Con recubrimiento	1%	A1B2	3	50	150
Con recubrimiento	1,5%	A1B3	3	50	150
Sin recubrimiento	0%	A2B0	3	50	150
Sin recubrimiento	0,5%	A2B1	3	50	150
Sin recubrimiento	1%	A2B2	3	50	150
Sin recubrimiento	1,5%	A2B3	3	50	150
TOTAL					1200

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables a ser consideradas dentro del proceso investigativo fueron las siguientes:

### **1. Valoración físico – química**

- % Pérdida de peso
- Firmeza
- % Sólidos solubles
- pH
- % Acidez titulable

### **2. Valoración microbiológica**

- Hongos y Levaduras UFC/ gramo

- Mesófilos aerobios UFC/ gramo
- Coliformes totales UFC/ gramo

### 3. Vida útil

En base al método establecido por Alvarado, J. (1996).

### 4. Análisis económico

- Costos de producción

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los análisis de varianza para la diferencia entre tratamientos y la separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al nivel de significancia  $P < 0.05$ .

### 1. Esquema del ADEVA

El esquema del análisis de varianza se describe en el Cuadro 8.

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Total	$n - 1$	23
Factor A	$a - 1$	3
Factor B	$b - 1$	1
Interacción AB	$(a - 1)(b - 1)$	3
Error Experimental	gl. Total - A - B - AB	16

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Obtención de soluciones de cloruro de calcio

En la investigación se preparó tres soluciones de cloruro de calcio para la conservación postcosecha de la fresa. En el proceso de la obtención, se desarrolló las formulaciones que se presentan en el Cuadro 9:

Cuadro 9. FORMULACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE CLORURO DE CALCIO.

<b>Soluciones de cloruro de calcio</b>	<b>% Cloruro de calcio</b>	<b>% Agua ozonificada</b>
B0	0	100
B1	0,5	99,5
B2	1	99
B3	1,5	98,5

## **2. Obtención del recubrimiento comestible**

Se utilizó un recubrimiento comestible de gelatina, en base a la investigación de Falconí, J. (2016). La formulación se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. FORMULACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.

<b>% Gelatina</b>	<b>% Glicerina</b>	<b>% CMC</b>	<b>% Agua destilada</b>
3	0,75	0,75	95,5

CMC: Carboximetil-celulosa

### **a. Preparación del recubrimiento comestible**

Para la elaboración primero se procedió a calentar el agua destilada a 65-75°C, con agitación constante se agregó los ingredientes en el siguiente orden: gelatina (componente principal), glicerina, carboximetil-celulosa hasta obtener una mezcla homogénea, luego se disminuyó la temperatura hasta 20°C.

## **2. Acondicionamiento de la fruta**

### **a. Selección**

La selección se la realizó en base a los estándares de calidad mencionados por la Norma Técnica Colombiana NTC 4103, en lo referente a tamaño, forma, color uniforme y sin daños mecánicos o microbianos.

### **b. Limpieza, desinfección y aplicación de cloruro de calcio.**

Se realizó por inmersión de la fruta en agua potable ozonificada con la adición de cloruro de calcio (la concentración fue acorde al tratamiento) durante 15 minutos, luego de esto se dejó secar hasta que no hubo presencia de agua.

### **c. Aplicación del recubrimiento**

Se lo realizó por inmersión de la fruta dejando escurrir durante 1 minuto y 30 segundos, luego se secó a una temperatura de 14-24°C.

## **H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN**

### **1. Valoración físico – química**

#### **a. Pérdida de peso**

La pérdida de peso se determinó mediante la diferencia entre pesos en base al método recomendado Restrepo, J. y Aristizabal, I. (2010). Se tomó el peso inicial ( $P_i$ ) menos el peso del fruto al final ( $P_f$ ) del almacenamiento y los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso (PP, %) mediante la siguiente ecuación:

$$P, \% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

#### **b. Firmeza**

Con un penetrómetro marca QA. SUPPLIES, FRUIT PRESSURE TESTER, modelo FT 327 y émbolo de 3,5 mm de diámetro, se aplicó la fuerza necesaria evitando que penetre a la fruta. La respuesta fue registrada en Newton (N).

#### **c. Porcentaje de sólidos solubles (°Brix)**

Se realizó en conformidad a lo establecido con la Norma INEN 380 (1985).

#### **d. pH**

Se ejecutó mediante el método descrito en la Norma INEN 389 (1986).

#### **e. Acidez titulable**

La acidez titulable se determinó según el método detallado en la Norma INEN 381 (1986).

Para realizar el cálculo de porcentaje de acidez, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Acidez} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times \text{meq del Á.O.}}{\text{ml Muestra}} \times 100$$

En donde:

ml NaOH= mililitros consumidos de hidróxido de sodio

N= Normalidad de la solución de NaOH

meq = gramos por miliequivalente

Á.O. = ácido orgánico mayoritario

El porcentaje de acidez fue expresado en ácido cítrico, porque es el ácido predominante en la fresa.

## **2. Valoración microbiológica**

### **a. Hongos y levaduras**

Se realizó según el método descrito en la Norma NTE INEN 1529-11 (1998).

#### **b. Mesófilos aerobios**

Se determinó de acuerdo al método descrito en la Norma NTE INEN 1529-5 (2006).

#### **a. Coliformes totales**

Se realizó de acuerdo al método detallado en la Norma NTE INEN 1529-7 (2013).

### **3. Vida útil**

Para la determinación de la vida útil se utilizó el método establecido por Alvarado, J. (1996) en donde se toma como referencia la siguiente ecuación cinética de primer orden:

$$\ln(C) = kt + \ln C_0$$

Despejando t tenemos:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

En donde:

- t = tiempo de reacción
- k = constante de velocidad de reacción
- Co = concentración inicial
- C= parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil

Se utilizó los datos obtenidos por los análisis de mohos y levaduras con respecto a los diez días de estudio.

Primero se calculó la constante de velocidad de reacción mediante la siguiente fórmula:



$$k = \frac{1}{t} * \ln \left( \frac{a}{b} \right)$$

En donde:

t = día de estudio

a= carga microbiana

b = logaritmo natural de la carga microbiana

Se calculó la constante de cada día y se obtuvo un valor promedio, el cual fue utilizado en la ecuación cinética de primer orden para calcular la vida útil, y así se procedió con todos los tratamientos.

#### **4. Análisis económico**

Se realizó los costos de producción en base a la proyección para un año, que comprende materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de producción para la obtención cada uno de los recubrimientos.

### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **A. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS**

##### **1. pH**

El pH de un vegetal constituye una medida de los protones cedidos al agua por parte de las especies con actividad ácida en la muestra. Viene determinado por la fuerza de los ácidos presentes y su valor depende más del tipo de ácido que de la concentración (Hernandez, J. 2013).

Estudios previos como el realizado por Escobar, R. (2014) sugiere que la fresa debe tener un pH entre 3,18 – 4,10. En la presente investigación estos valores permanecen hasta décimo día en todos los tratamientos, con valores entre 3,64 y 3,68 para los tratamientos con recubrimiento con 1,5% de cloruro de calcio y el tratamiento control respectivamente. Esto puede ser causado por la refrigeración y se ha demostrado que el control de la temperatura es la mejor herramienta que se

dispone hoy en día para prolongar la vida comercial útil de la fresa, ya que la refrigeración disminuye la velocidad de la tasa respiratoria y por consiguiente el consumo de las reservas nutritivas de los frutos será más lento, entre las reservas nutritivas están los ácidos orgánicos (Pérez, A. y Sanz, M. J. 2008) . En relación a este tema Kader, A. y Barrett, D. (2005) indican que, el valor del pH se relacionan con la cantidad de ácidos orgánicos presentes en el fruto.

En el Cuadro 11, se presentan los valores de pérdida de pH desde el día cero hasta el diez.

Cuadro 11. pH.

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	3,37	a	3,40	a	3,39	a	3,39	a	3,39	a	3,37	a	3,37	a	3,39	a	0,02	0,4133
1	3,42	a	3,41	a	3,40	a	3,42	a	3,42	a	3,42	a	3,42	a	3,42	a	0,01	0,778
2	3,46	a	3,44	a	3,44	a	3,43	a	3,46	a	3,46	a	3,46	a	3,43	a	0,02	0,9843
3	3,50	a	3,49	a	3,49	a	3,49	a	3,52	a	3,53	a	3,51	a	3,49	a	0,02	0,901
4	3,54	a	3,53	a	3,52	a	3,51	a	3,57	a	3,56	a	3,54	a	3,53	a	0,02	0,9998
5	3,57	a	3,54	a	3,54	a	3,53	a	3,58	a	3,59	a	3,58	a	3,58	a	0,03	0,8819
6	3,58	a	3,57	a	3,57	a	3,56	a	3,59	a	3,58	a	3,59	a	3,58	a	0,02	0,9704
7	3,60	a	3,60	a	3,59	a	3,58	a	3,61	a	3,60	a	3,61	a	3,59	a	0,01	0,8014
8	3,63	a	3,62	a	3,61	a	3,60	a	3,61	a	3,62	a	3,62	a	3,62	a	0,01	0,3099
9	3,66	a	3,66	a	3,64	a	3,63	a	3,66	a	3,64	a	3,66	a	3,66	a	0,01	0,4389
10	3,67	a	3,67	a	3,66	a	3,64	a	3,68	a	3,68	a	3,68	a	3,67	a	0,01	0,8728

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El análisis de varianza para el pH indica que no existe diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en la aplicación del recubrimiento comestible (factor A), los porcentajes de cloruro de calcio (factor B), y en los valores medios obtenidos por efecto de la interacción entre los tratamientos durante todos los días de estudio, lo que indica que ninguno de los factores influye sobre este parámetro. Esto puede deberse a que la presente investigación se realizó bajo condiciones de refrigeración, y se han reportado resultados similares como la realizada por Falconí, J. (2016), quien empleó recubrimientos comestibles en la conservación de *Fragaria x ananassa* (FRESA), y no obtuvo diferencias estadísticas entre los tratamientos conservados en refrigeración.

En el Gráfico3 se puede apreciar un ligero aumento del pH en relación al tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos, lo que coincide con una reducción de la acidez (relación inversamente proporcional) y un incremento del porcentaje de sólidos solubles totales, resultados similares fueron reportados por Núñez, K. et al. (2012), Falconí, F. (2016). El aumento del pH puede atribuirse a que durante la maduración los ácidos orgánicos son transformados en azúcares o son utilizados durante la respiración, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH (Hernandez, M. et al. 2012).

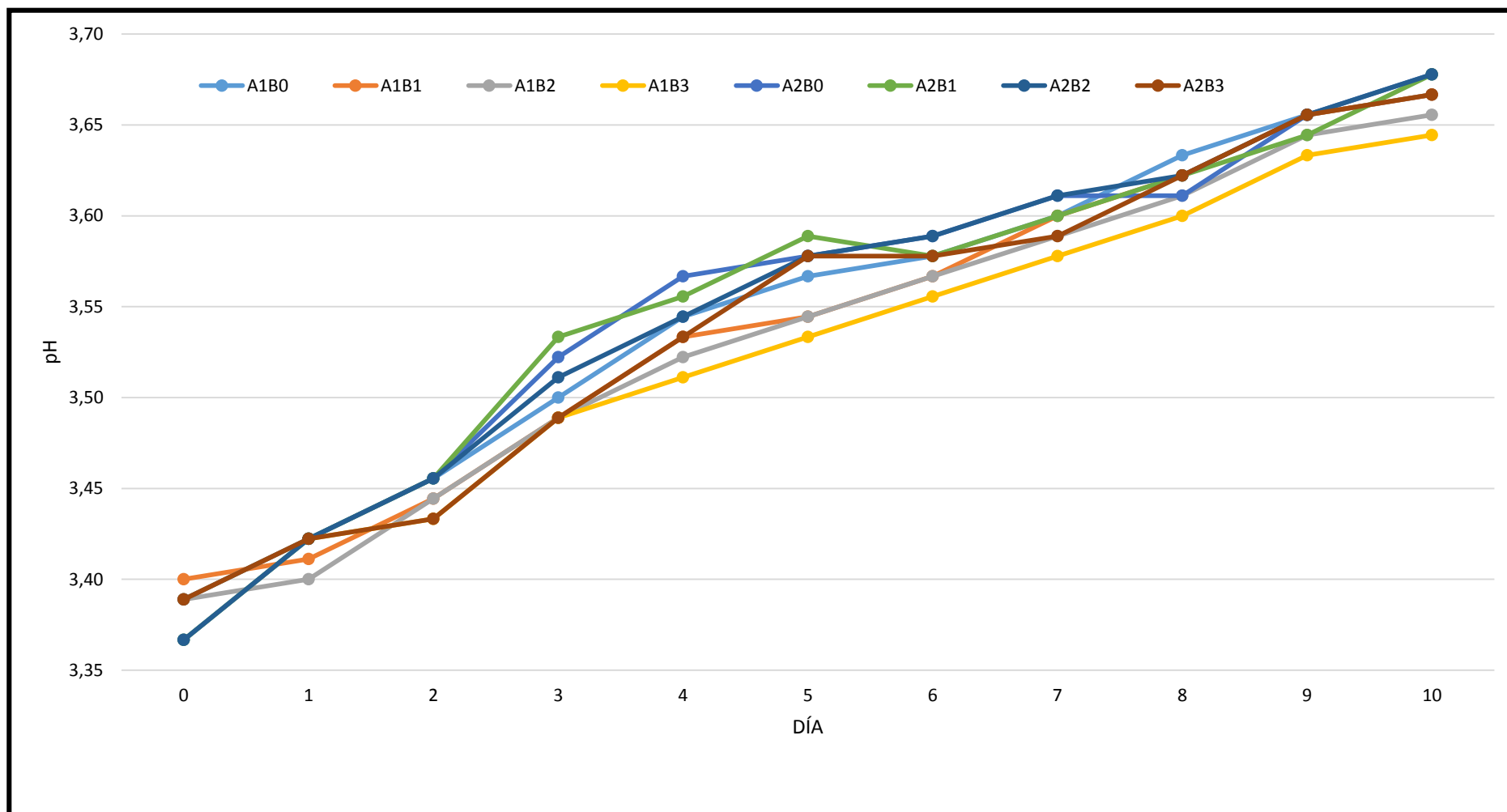


Gráfico 3. pH

## 2. Sólidos solubles (%)

El contenido de SST está constituido por 80 a 95% de azúcares y la medida de SST se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular (Osterloh et al. 1996).

En cuanto a la variable sólidos solubles, Escobar, R. (2014) manifiesta en investigaciones referenciales que la fresa debe tener un valor mínimo de 4,6 ° Brix y un máximo de 11 ° Brix. En la presente investigación, estos valores se encuentran dentro de lo establecido hasta el décimo día en todos los tratamientos, con valores entre 7,26 (recubrimiento y 1,5% de cloruro de calcio) y 7,31 (tratamiento control) al final de la investigación, lo que puede ser causado por la refrigeración ya que disminuye la velocidad de respiración de los frutos por consiguiente hace más lento el consumo de ácidos orgánicos evitando su conversión en azúcares y la concentración de los mismos.

El análisis de varianza para sólidos solubles no reveló diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en la aplicación del recubrimiento comestible ni en los niveles de cloruro de calcio, lo que indica que los factores analizados no tienen incidencia en el contenido de sólidos soluble totales. Los valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio. En el Cuadro 12 se presentan los porcentajes de sólidos solubles sostenidos en la investigación.

En el Gráfico 4 se puede observar que los sólidos solubles se incrementan con el transcurso de los días, esto posiblemente se debe a que la pérdida de agua causada por la transpiración de la fresa provocó la concentración de azúcares (Alcántara, 2009). Además de ello, la transformación de ácidos orgánicos en azúcares durante la maduración causó el incremento progresivo de sólidos solubles. Como se mencionó antes, esta tendencia se relaciona con un incremento del pH y una reducción de la acidez. Estos resultados coinciden con los reportados por Trejo, M. et al. (2007), Jima, I. (2015) y Falconí, F. (2016).

Cuadro 12. SÓLIDOS SOLUBLES (%)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	6,76	a	6,79	a	6,77	a	6,78	a	6,73	a	6,76	a	6,72	a	6,76	a	0,05	1,00
1	6,84	a	6,82	a	6,86	a	6,79	a	6,80	a	6,80	a	6,77	a	6,74	a	0,04	0,82
2	6,89	a	6,87	a	6,83	a	6,83	a	6,89	a	6,89	a	6,90	a	6,89	a	0,04	0,77
3	7,08	a	7,04	a	6,96	a	6,92	a	7,09	a	7,06	a	7,07	a	7,08	a	0,06	0,54
4	7,09	a	7,09	a	7,04	a	6,98	a	7,12	a	7,11	a	7,09	a	7,09	a	0,04	0,72
5	7,13	a	7,12	a	7,09	a	7,09	a	7,16	a	7,14	a	7,12	a	7,12	a	0,02	0,99
6	7,17	a	7,16	a	7,15	a	7,14	a	7,20	a	7,19	a	7,18	a	7,16	a	0,02	0,94
7	7,19	a	7,18	a	7,17	a	7,16	a	7,20	a	7,19	a	7,19	a	7,19	a	0,01	0,78
8	7,22	a	7,22	a	7,21	a	7,20	a	7,24	a	7,23	a	7,21	a	7,21	a	0,01	0,83
9	7,26	a	7,26	a	7,25	a	7,24	a	7,30	a	7,30	a	7,29	a	7,21	a	0,02	0,26
10	7,28	a	7,27	a	7,27	a	7,26	a	7,31	a	7,30	a	7,29	a	7,30	a	0,02	0,97

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

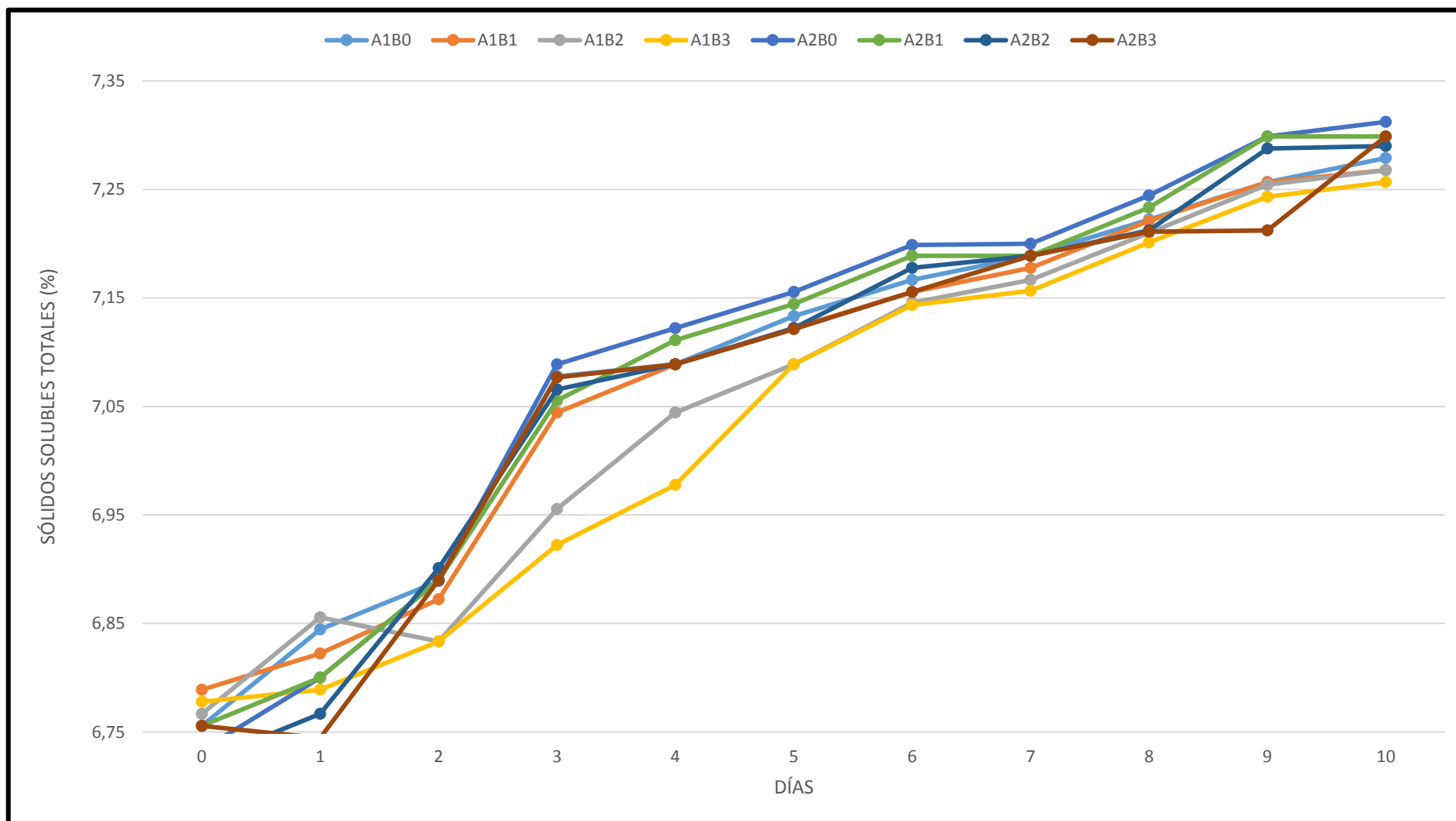


Gráfico 4. Sólidos solubles (%)



### 3. Acidez titulable (%)

La acidez determina la concentración de ácidos contenidos en un alimento, hortaliza o fruto, los resultados se expresan dependiendo del contenido del ácido mayoritario entre los principales ácidos tenemos por ejemplo cítrico, málico, etc. (Domené, M. y Segura, M. 2014). En la fresa la acidez se expresa como contenido porcentual de ácido cítrico, ya que es el ácido predominante en esta fruta, aunque se han identificado hasta 33 ácidos orgánicos en fresa, entre ellos están ácido málico, ascórbico, succínico, oxalacético, glicérico y glicólico (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

En cuanto a la variable acidez titulable, investigaciones como la de Escobar, R. (2014) indica que la fresa fresca debe tener un porcentaje mínimo de 0,5 y un máximo de 1,87 g de ácido cítrico/100 g de producto. En este estudio, estos valores se encuentran dentro de lo establecido hasta el décimo día en todos los tratamientos, con valores de 0,67 (recubrimiento y 0%  $\text{CaCl}_2$ ) y 0,71 (recubrimiento y 1,5%  $\text{CaCl}_2$ ) lo que posiblemente se debe a la refrigeración, que como anteriormente se explicó disminuye la velocidad de respiración del fruto y ralentiza el consumo de ácidos orgánicos.

Los resultados obtenidos de la acidez por efecto de la aplicación de recubrimiento comestible y los distintos porcentajes de cloruro de calcio, no presentaron diferencias ( $P>0,05$ ) lo que sugiere que los factores en estudio no ejercen efecto sobre este parámetro.

Las valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio.

En el Cuadro 13. Se presentan los resultados obtenidos de la acidez titulable durante todos los días de estudio.

.

Cuadro 13. ACIDEZ TITULABLE (%)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	0,94	a	0,96	a	0,97	a	0,93	a	0,93	a	0,97	a	0,93	a	0,94	a	0,03	0,87
1	0,89	a	0,91	a	0,91	a	0,88	a	0,90	a	0,90	a	0,90	a	0,90	a	0,01	0,73
2	0,89	a	0,89	a	0,89	a	0,88	a	0,86	a	0,87	a	0,88	a	0,88	a	0,01	0,78
3	0,87	a	0,88	a	0,87	a	0,87	a	0,87	a	0,87	a	0,87	a	0,87	a	0,01	0,81
4	0,86	a	0,87	a	0,87	a	0,87	a	0,86	a	0,86	a	0,86	a	0,85	a	0,01	0,94
5	0,85	a	0,85	a	0,86	a	0,86	a	0,85	a	0,85	a	0,85	a	0,86	a	0,01	0,95
6	0,83	a	0,84	a	0,86	a	0,86	a	0,84	a	0,83	a	0,85	a	0,85	a	0,01	0,70
7	0,80	a	0,82	a	0,82	a	0,82	a	0,80	a	0,81	a	0,81	a	0,82	a	0,01	0,80
8	0,78	a	0,79	a	0,79	a	0,80	a	0,78	a	0,79	a	0,80	a	0,81	a	0,01	0,91
9	0,76	a	0,76	a	0,76	a	0,77	a	0,72	a	0,73	a	0,76	a	0,75	a	0,03	0,96
10	0,67	a	0,69	a	0,69	a	0,71	a	0,68	a	0,68	a	0,69	a	0,69	a	0,01	0,65

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

En el Gráfico 5 se puede observar apreciar un descenso de la acidez, durante el período de almacenamiento y que se relaciona con un incremento del pH, ya que el valor del pH depende de la cantidad de ácidos orgánicos presente en el fruto, los cuales van disminuyendo durante la maduración debido a la utilización de éstos durante la respiración o su conversión a azúcares (Kader, A. y Barrett, D. 2005). Estos resultados coinciden con lo reportado por Trejo, M. et al. (2007) Y Jima, I. (2015), quienes en sus investigaciones reportan una relación similar.

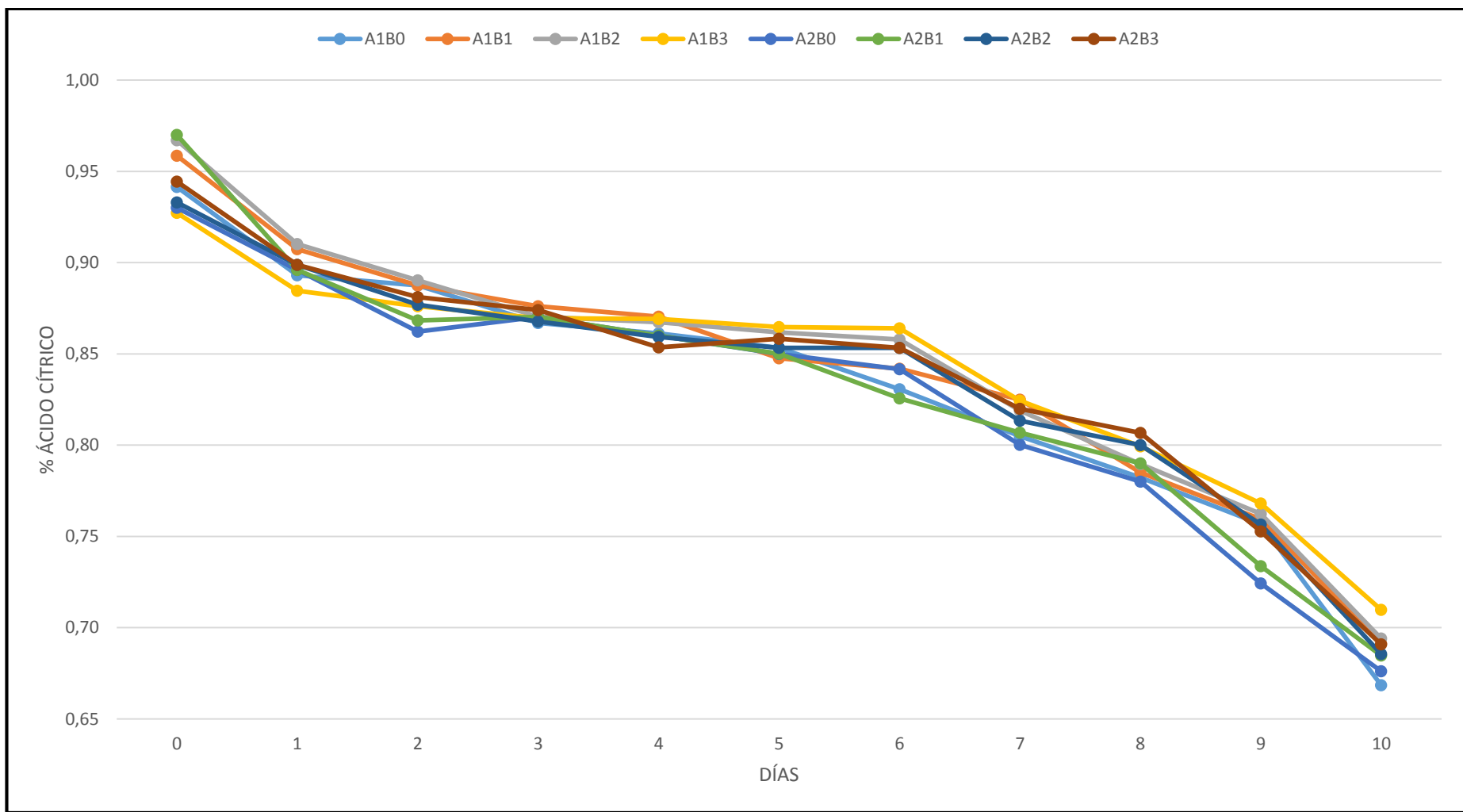


Gráfico 5. Ácido cítrico (%)

#### **4. Pérdida de peso**

La pérdida de agua provocada por la transpiración de las frutas y hortalizas es una de las causas principales de deterioro, porque da como resultado no solamente pérdidas cuantitativas directas (pérdida de peso vendible), sino también pérdidas en la apariencia (marchitamiento y deshidratación), la calidad de la textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de una textura crujiente y jugosidad), así como su valor nutricional (Kader, A. y Barrett, D. 2005).

Robinson, J. et al. (1975), reportan que el máximo porcentaje de pérdida de peso para la comercialización de la fresa es del 6%; en la presente investigación los tratamientos con recubrimiento comestible y con inmersión en soluciones de cloruro de calcio (0,5; 1 y 1,5%) se encuentran dentro del parámetro establecido hasta el quinto día, el tratamiento con recubrimiento y sin cloruro de calcio hasta el cuarto día, mientras que todos los tratamientos sin recubrimiento se mantienen en lo establecido hasta el tercer día.

En el Cuadro 14 se observa los porcentajes de pérdida de peso a partir del día uno ya que las mediciones iniciales (día cero) son el punto de partida para la presente investigación.

Cuadro 14. PÉRDIDA DE PESO (%).

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
1	0,91	b	0,89	b	0,77	b	0,80	b	1,35	a	1,52	a	1,36	a	1,30	a	0,06	0,46
2	1,76	b	1,75	b	1,63	b	1,55	b	2,89	a	2,93	a	2,91	a	2,83	a	0,21	0,98
3	3,08	b	2,87	b	2,79	b	2,91	b	5,34	a	5,10	a	5,12	a	4,90	a	0,25	0,91
4	4,47	b	4,01	b	3,98	b	3,98	b	7,94	a	7,64	a	7,47	a	7,61	a	0,34	0,99
5	6,26	b	5,53	b	5,26	b	5,07	b	11,07	a	10,54	a	10,60	a	10,41	a	0,55	0,95
6	8,16	b	7,63	b	6,74	b	6,70	b	13,29	a	13,07	a	13,26	a	13,10	a	0,72	0,71
7	10,03	b	9,17	b	8,37	b	8,48	b	16,81	a	16,32	a	16,48	a	16,38	a	0,93	0,88
8	11,37	b	10,95	b	10,44	b	10,48	b	20,26	a	19,01	a	19,46	a	19,64	a	0,93	0,93
9	12,97	b	13,03	b	13,04	b	12,85	b	23,95	a	23,29	a	23,99	a	23,59	a	0,89	0,97
10	15,31	b	15,29	b	14,81	b	14,92	b	28,34	a	30,09	a	28,86	a	27,90	a	1,25	0,86

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) desde el inicio hasta el final de la investigación, entre las frutas con recubrimiento y sin recubrimiento, lo que señala que este factor repercute en la pérdida de peso. El tratamiento con recubrimiento e inmersión en una solución de 1,5% de cloruro de calcio obtuvo la menor pérdida de peso con un valor de 5,07%, en tanto que el tratamiento control registró un valor de 11,07% en el día cinco de la investigación. El mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad en frutas es debido a que crean una barrera física a los gases, produciendo una atmósfera modificada ya que reducen la disponibilidad de  $O_2$  e incrementan la concentración de  $CO_2$  (Guerrero, J. y Vázquez, M. 2013), por lo cual retardan la respiración y la senescencia de las frutas (Dickinson, E. 2009), además Del Valle, V. et al. (2005) indican, que a pesar del carácter hidrofílico de muchos biopolímeros (como la gelatina), ellos pueden actuar como una barrera a la transferencia del agua, retardando la deshidratación y, prolongando por lo tanto, la firmeza de los frutos recubiertos.

Resultados similares fueron reportados por Falconí, J. (2016), quien empleó recubrimientos comestibles en la conservación de fresa de la variedad Oso Grande, y registró una pérdida de peso de 6,76 % en las fresas tratadas con un recubrimiento de gelatina, mientras que las frutas sin recubrimiento obtuvieron una pérdida de peso de 15,77% en el quinto día de investigación.

Los porcentajes de cloruro de calcio no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en todos los días de estudio, lo que indica que las inmersiones de la fresa en cloruro de calcio no influyen en la pérdida de peso. A pesar de no presentar diferencias estadísticas las menores pérdidas de peso se registraron en los tratamientos con cloruro de calcio, en el Cuadro 14 se puede apreciar que a mayor concentración de cloruro de calcio el porcentaje de pérdida de peso es menor en los frutos con recubrimiento y sin recubrimiento, lo que probablemente se debe a que el calcio en su forma iónica sirve como puente de unión entre las sustancias pécticas de la pared celular y lámina media, confiriéndole fuerza y resistencia a la fruta y manteniendo de esta forma la turgencia celular (Cremades et al. 2012). Las valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos durante todos

los días de estudio, pero desde el día uno existen diferencias numéricas y tenemos medias con letras diferentes que difieren significativamente entre ellas, lo cual se debe a la acción del recubrimiento.

En el Gráfico6 se observa una considerable pérdida de peso de los tratamientos sin recubrimiento en relación a los frutos tratados con el recubrimiento comestible a base de gelatina. Conjuntamente con la pérdida de peso, a partir del tercer día se apreció una disminución de la calidad sensorial de las fresas en cuanto a su apariencia (marchitez, pérdida de brillo) y firmeza (ablandamiento), en contraste con las fresas recubiertas que conservaron apariencia y firmeza hasta el octavo día de la investigación; lo que puede ser causado por la acción del recubrimiento comestible, ya que las membranas comestibles crean una barrera de transferencia a los gases y al vapor de agua, manteniendo de esta forma las características organolépticas del producto que se relacionan con el contenido de agua del fruto como la firmeza y la apariencia (Parzanese, M. 2006).



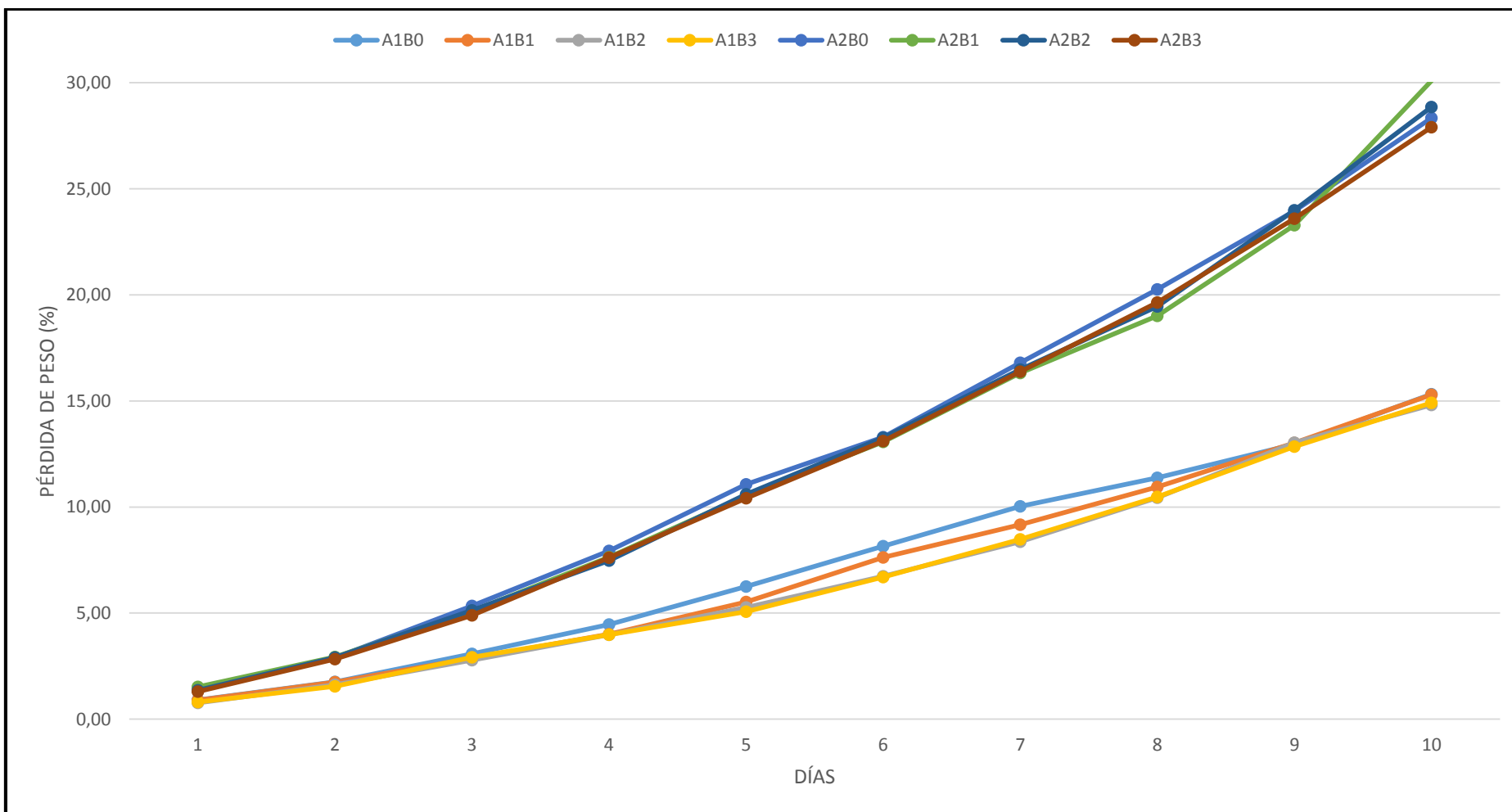


Gráfico 6. Pérdida de peso (%)

## 5. Firmeza

La firmeza de frutas y hortalizas es un atributo de calidad en el proceso de comercialización; el ablandamiento durante la maduración es uno de los principales factores que determinan vida la postcosecha de muchos frutos y limita su consumo en fresco. Este ablandamiento está asociado a modificaciones que ocurren en los polímeros de la pared celular (Morales, M. 2011).

Alcántara, M., (2009) señala que la fresa debe tener una firmeza que oscile entre 9,8 – 11,5 N para su comercialización, en la presente investigación el tratamiento control se encuentra dentro del parámetro establecido hasta el sexto día y el resto de tratamientos hasta el séptimo día.

El análisis de varianza reveló que a partir del día cinco existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en la aplicación del recubrimiento comestible, lo que sugiere que el recubrimiento tiene efecto en la firmeza del fruto. El mejor tratamiento fue recubrimiento con 1,5% de cloruro de calcio el cual presentó una firmeza de 10,32 N en el día siete, mientras que el tratamiento control presentó un valor de 9,78 N, Esto posiblemente es porque los recubrimientos crean una barrera semipermeable a gases como el  $O_2$  y  $CO_2$  y al vapor de agua, creando una atmósfera modificada en el interior, lo que permite mantener la integridad del producto, mejora sus propiedades mecánicas, retienen los compuestos volátiles, reduce la velocidad de respiración y el proceso de envejecimiento del fruto (Morales, M. 2011). Resultados similares fueron reportados por (Trejo, M. et al. 2007), quienes aplicaron un recubrimiento a base de gelatina en fresas y registraron una pérdida de firmeza del 14%, mientras que el tratamiento control presentó un valor del 62 %.

En el Cuadro 15 se presentan los resultados de la firmeza obtenidos en esta investigación:

Cuadro 15. FIRMEZA (N)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	12,13	a	12,13	a	12,13	a	12,10	a	12,13	a	12,21	a	12,13	a	12,13	a	0,04	0,82
1	11,81	a	11,88	a	11,81	a	11,95	a	11,66	a	11,66	a	11,73	a	11,77	a	0,19	0,98
2	11,52	a	11,48	a	11,59	a	11,73	a	11,44	a	11,44	a	11,48	a	11,52	a	0,15	0,98
3	11,41	a	11,52	a	11,55	a	11,55	a	11,26	a	11,30	a	11,37	a	11,34	a	0,25	1,00
4	10,97	a	10,97	a	11,12	a	11,12	a	10,79	a	10,83	a	10,93	a	10,97	a	0,18	0,99
5	10,61	a	10,68	a	10,90	a	10,97	a	10,46	a	10,50	a	10,50	a	10,61	a	0,12	0,64
6	10,47	a	10,61	a	10,69	a	10,72	a	10,07	a	10,18	a	10,18	a	10,29	a	0,19	0,99
7	9,96	a	10,18	a	10,29	a	10,32	a	9,78	a	9,89	a	10,00	a	10,07	a	0,19	0,87
8	8,90	a	9,08	a	9,26	a	9,41	a	8,61	a	8,76	a	8,86	a	8,90	a	0,16	0,92
9	8,32	a	8,43	a	8,54	a	8,54	a	7,99	a	8,14	a	8,14	a	8,14	a	0,23	0,99
10	7,85	ab	7,88	a	8,07	a	8,07	a	7,42	ab	7,63	ab	7,70	ab	7,74	ab	0,09	0,81

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Con respecto a los niveles de cloruro de calcio, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) solo en el último día de estudio, la separación de medias según Tukey (anexo 5) reveló que los tratamientos con 1,5% de cloruro de calcio presentaron la mayor firmeza con un valor medio de 7,90 N mientras que los tratamientos sin cloruro de calcio presentan una media de 7,64 N. Esto puede deberse a que el ion calcio sirve como vínculo de unión a las cadenas pécticas en la pared celular y lámina media, formándose pectato de calcio que aporta firmeza al tejido y, por tanto, previene el ablandamiento (Cremades et al. 2012). Estudios similares se han reportado como el desarrollado por García, A. y Praderas, G. (2010) quienes evaluaron la influencia del cloruro de calcio y un tipo de empaque en propiedades físico-químicas y la textura de la fresa y obtuvieron una reducción de la firmeza menor en las fresas tratadas con cloruro de calcio (2,36%), con respecto a los frutos sin tratar (11,36 %).

Los valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio, pero el décimo día existen diferencias numéricas y tenemos medias con letras diferentes que difieren significativamente entre ellas, lo que se debe a la acción que el cloruro de calcio ejerce en este día de la investigación.

Los frutos de todos los tratamientos presentaron una disminución de la firmeza durante el transcurso de la investigación (Gráfico 7) esto se debe a la degradación de los componentes de la pared celular, principalmente pectinas, debido a la acción de enzimas específicas tales como la pectinesterasa y la poligalacturonasa provocando de esta manera el ablandamiento de los frutos (Morales, M. 2011). Por otra parte, la pérdida de humedad causada por la transpiración que experimentan las frutas y vegetales después de la cosecha, dan como resultado la pérdida de la turgencia y en consecuencia de la textura (Alcántara, M. 2009).

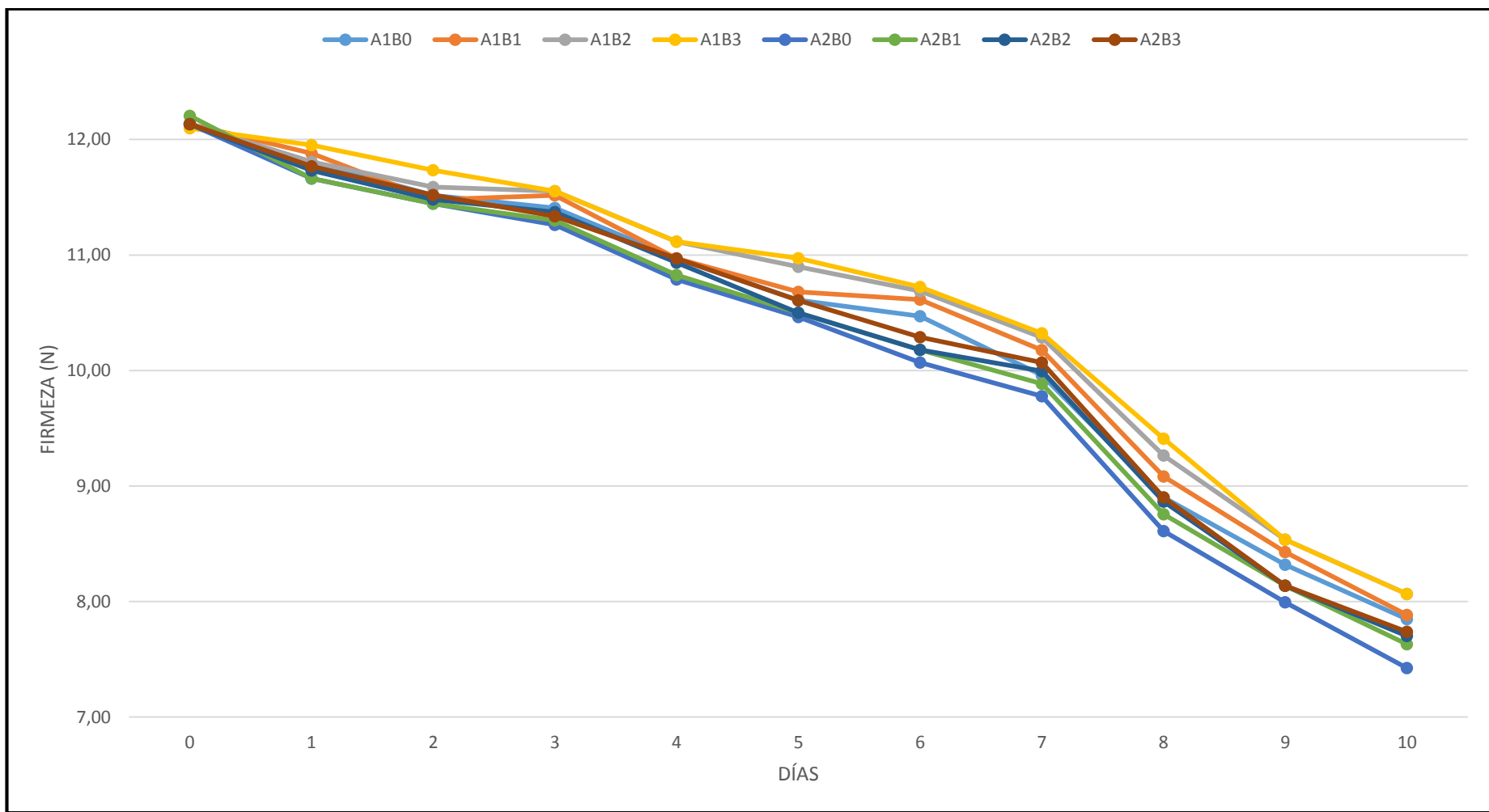


Gráfico 7. Firmeza

## B. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

### 1. Mohos y levaduras

Los mohos y levaduras en alimentos son microorganismos indicadores de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y almacenamiento de productos, así como la calidad de la materia prima, además, son capaces de producir micotoxinas, que son potencialmente peligrosas para la salud (Frazier, W. y Westhoff, D. 2003). En la fresa el principal hongo que las afecta es el moho gris (*Botritis cinerea*), que provoca la pudrición, la susceptibilidad a estos daños se ve acentuada si no se pre enfrían los frutos y mantienen a temperaturas apropiadas (Alcántara, M. 2009).

La Norma Técnica Sanitaria NTS N°071 (2008) establece que las frutas y verduras semiprocadas deben tener un valor máximo de mohos y levaduras de  $10^3$  UFC/g; en la presente investigación estos valores se encuentran dentro de lo establecido hasta el octavo día en todos los tratamientos. Posiblemente esto se debe a la calidad microbiológica inicial de la fresa, por infecciones fúngicas ya iniciadas en el campo es así que, la infección puede originarse durante la floración, permaneciendo en estado latente hasta que el fruto está totalmente maduro (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

En el Cuadro 16 se presentan los resultados del recuento total de mohos y levaduras obtenidos en la presente investigación:

Cuadro 16. MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.						
	0% CaCl <sub>2</sub>			0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>			0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>				1,5 %CaCl <sub>2</sub>					
0	2,22x10 <sup>1</sup>	a		1,67 x10 <sup>1</sup>	a		1,67 x10 <sup>1</sup>	a		2,22 x10 <sup>1</sup>	a		1,67 x10 <sup>1</sup>	a		2,22 x10 <sup>1</sup>	a		3,39	0,80				
2	5,00x10 <sup>1</sup>	a		2,78 x10 <sup>1</sup>	a		3,33 x10 <sup>1</sup>	a		9,26 x10 <sup>1</sup>	a		9,26 x10 <sup>1</sup>	a		1,94 x10 <sup>2</sup>	a		5,37 x10 <sup>1</sup>	a	38,91	0,24		
4	1,33 x10 <sup>2</sup>	a		1,00 x10 <sup>2</sup>	a		1,00 x10 <sup>2</sup>	a		8,33 x10 <sup>1</sup>	a		2,67 x10 <sup>2</sup>	a		2,50 x10 <sup>2</sup>	a		2,33 x10 <sup>2</sup>	a	2,33 x10 <sup>2</sup>	a	38,64	0,99
6	2,33 x10 <sup>2</sup>	a		2,33 x10 <sup>2</sup>	a		2,00 x10 <sup>2</sup>	a		2,00 x10 <sup>2</sup>	a		3,67 x10 <sup>2</sup>	a		3,67 x10 <sup>2</sup>	a		3,50 x10 <sup>2</sup>	a	3,33 x10 <sup>2</sup>	a	37,73	0,99
8	4,50 x10 <sup>2</sup>	a		4,00 x10 <sup>2</sup>	a		3,50 x10 <sup>2</sup>	a		3,33 x10 <sup>2</sup>	a		7,67 x10 <sup>2</sup>	a		7,83 x10 <sup>2</sup>	a		7,17 x10 <sup>2</sup>	a	7,17 x10 <sup>2</sup>	a	116,67	0,99
10	4,17 x10 <sup>3</sup>	bc		3,67 x10 <sup>3</sup>	c		3,00 x10 <sup>3</sup>	c		2,50 x10 <sup>3</sup>	c		8,17 x10 <sup>3</sup>	a		7,83 x10 <sup>3</sup>	ab		7,67 x10 <sup>3</sup>	ab	7,67 x10 <sup>3</sup>	ab	756,91	0,87

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el día dos y diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) a partir del cuarto día de estudio, con respecto a la aplicación del recubrimiento comestible, lo que demuestra que este factor influye en el crecimiento de mohos y levaduras; los frutos recubiertos presentaron la menor carga microbiana, es así que el mejor tratamiento fue recubrimiento con 1,5 % de cloruro de calcio con un valor de  $2,5 \times 10^3$  UFC/g mientras que el tratamiento control registró un valor de  $8,17 \times 10^3$  UFC/g. Esto se debe a que los recubrimientos crean una barrera física a los gases, creando una atmósfera modificada ya que reducen la disponibilidad de  $O_2$  e incrementan la concentración de  $CO_2$  controlando el crecimiento microbiano (Guerrero, J. Vázquez, M. 2013). En este sentido cabe señalar que la mayoría de los hongos son aerobios estrictos, es decir que necesitan de  $O_2$  para obtener energía, a excepción de las levaduras que son aerobias facultativas y obtienen su energía tanto de la fermentación como de la respiración. Por otra parte, se ha propuesto que concentraciones altas de  $CO_2$  inhiben el crecimiento de microorganismos, puesto que el dióxido de carbono puede ser solubilizado en la fase líquida del tejido tratado para formar ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), acidificando el medio celular y retardando el crecimiento microbiano (Daniels, J. et al. 1985).

Se han realizado trabajos similares para evaluar el efecto de recubrimientos comestibles en el crecimiento de mohos y levaduras de frutas como el realizado por Moncayo, D. (2013), quien desarrolló un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas y obtuvo recuentos de  $5,8 \times 10^4$ ,  $7,7 \times 10^4$  y  $5 \times 10^4$  UFC/g en fresas. Estos valores son superiores a los de la presente investigación, probablemente porque se utilizó ozono para la desinfección de las frutas, en referencia a este tema el ozono previene el crecimiento y desarrollo microbiano ya que oxida componentes vitales de las paredes celulares de los microorganismos y provocar la destrucción celular. Sin embargo, si bien la mayor parte de los microorganismos que afectan a los alimentos son susceptibles a este efecto oxidante, la sensibilidad depende del estado fisiológico del cultivo, el pH del medio, el método y duración de la aplicación, la temperatura y humedad, la presencia de aditivos (ácidos, surfactantes, azúcares) y la especie (Aguayo et al. 2006).



En cuanto a los niveles de cloruro de calcio, el análisis de varianza determinó que no existen diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), lo que indica que este factor no repercute en el desarrollo de mohos y levaduras, sin embargo en el anexo 6 se puede apreciar que la menor carga microbiana se presenta en los tratamientos con mayor concentración de cloruro de calcio (1,5%), lo que puede atribuirse a que el calcio contribuye a la formación de puentes de unión entre las sustancias pécticas de la pared celular y lámina media, confiriéndole firmeza al fruto y resistencia a la membrana celular de esta manera se evita la entrada a microorganismos, cabe aclarar la pérdida de firmeza ocasionada por acción enzimática sobre los componentes pécticos de la pared celular (Cremades, L. et al. 2012), sensibiliza considerablemente al fruto al ataque de patógenos (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

Las valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio, pero en el décimo día tenemos medias con letras diferentes que difieren significativamente entre ellas, lo que es causado por efecto del recubrimiento.

En el Gráfico 8 se puede apreciar el incremento de la carga microbiana de todos los tratamientos.

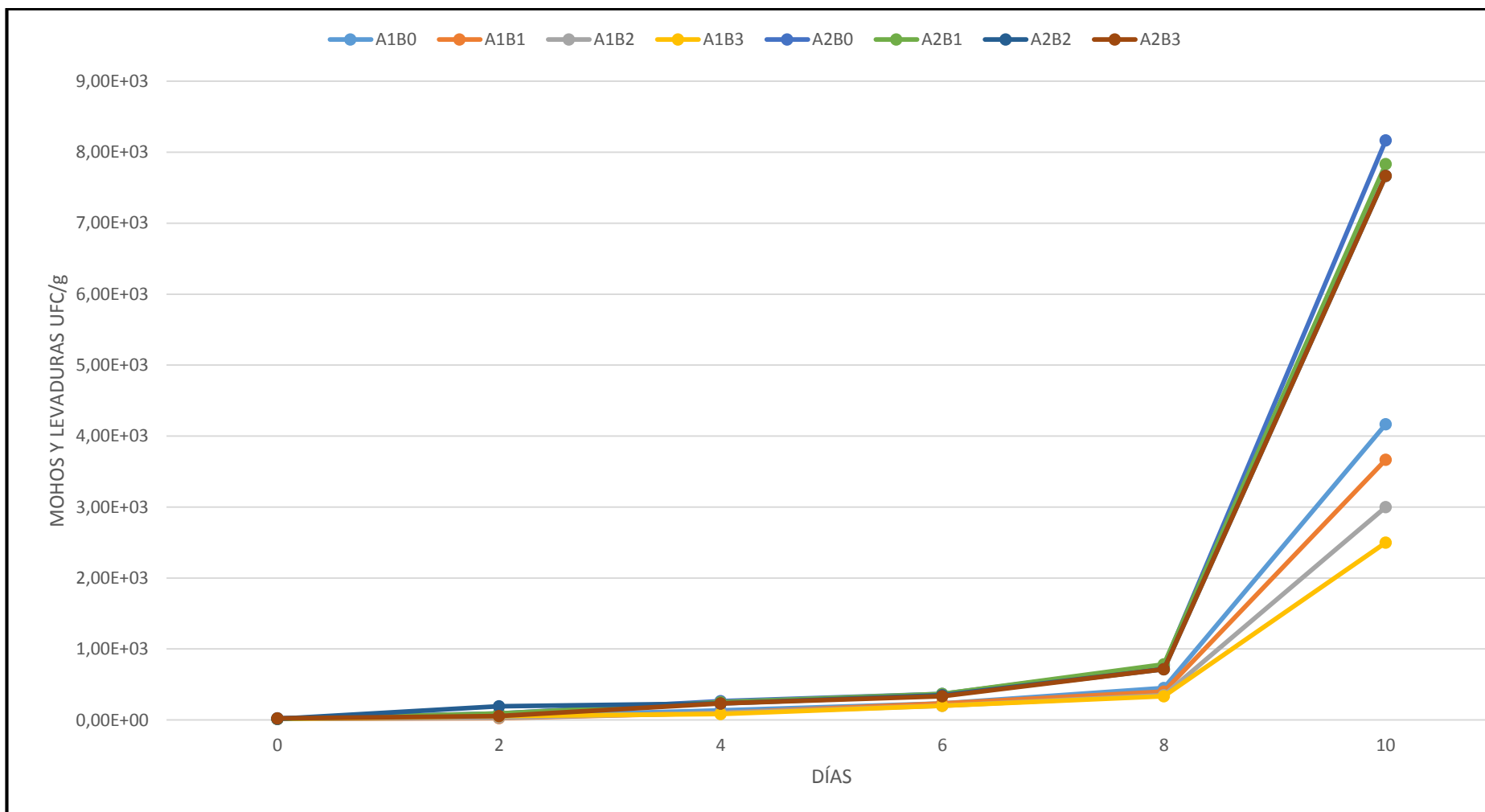


Gráfico 8. Mohos y levaduras (UFC/g).

## **2. Mesófilos aerobios**

El recuento de bacterias aerobias mesófilas se utiliza como un indicador de la población microbiana de un alimento, este método puede utilizarse para evaluar calidad sanitaria, aceptabilidad organoléptica, aplicación de buenas prácticas de manufactura, etc. El recuento de aerobios mesófilos aporta información acerca de las materias primas, condiciones del proceso, condiciones de almacenamiento y manipulación del alimento.

La Norma Técnica Sanitaria NTS N°071 (2008) establece que las frutas y verduras semiprocadas deben tener un valor máximo mesófilos aerobios de  $10^6$ UFC/g; en la presente investigación estos valores permanecen hasta el décimo día en todos los tratamientos. Esto se debe al proceso de desinfección de los fresas con agua ozonificada ya que el ozono provoca la inactivación de las bacterias mediante la oxidación de las glicoproteínas, y glicolípidos de la membrana bacteriana y algunos aminoácidos (triptófano) en el interior celular, además ataca sistemas enzimáticos dependientes del grupo sulfhidrilo y al material nuclear (Rodríguez, M. 2003).

En lo que se refiere a la aplicación del recubrimiento comestible, el análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) únicamente en el día diez, los tratamientos con recubrimiento comestible presentaron la menor carga microbiana. El mejor tratamiento fue recubrimiento con 1,5 % de cloruro de calcio con un valor de  $4,5 \times 10^3$  UFC/g, en tanto que los tratamientos control y sin recubrimiento con 1% de cloruro de calcio presentan un valor de  $7,5 \times 10^3$  UFC/g; esto puede deberse a que los recubrimientos comestibles controlan el desarrollo microbiano ya que reducen la disponibilidad de  $O_2$  e incrementan la concentración de  $CO_2$  (Guerrero & Vázquez, 2013). Las concentraciones bajas de  $O_2$  limitan el crecimiento de bacterias aerobias ya que necesitan de este componente atmosférico para obtener energía. De igual forma concentraciones altas de dióxido de carbono inhiben el crecimiento de microorganismos, ya que la alta solubilidad del  $CO_2$  genera fácilmente ácido carbónico, el que acidificaría el medio celular (Daniels, J. et al. 1985). En el Cuadro 17 se presentan los resultados del recuento mesófilos aerobios y levaduras obtenidos en la presente investigación:

Cuadro 17. MESÓFILOS AEROBIOS (UFC/g)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	2,22 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	2,22 x10 <sup>1</sup>	a	2,77	0,58
2	6,11 x10 <sup>1</sup>	a	8,89 x10 <sup>1</sup>	a	6,11 x10 <sup>1</sup>	a	8,33 x10 <sup>1</sup>	a	1,33 x10 <sup>2</sup>	a	8,33 x10 <sup>1</sup>	a	8,33 x10 <sup>1</sup>	a	8,89 x10 <sup>1</sup>	a	16,08	0,12
4	1,67 x10 <sup>2</sup>	a	1,33 x10 <sup>2</sup>	a	1,00 x10 <sup>2</sup>	a	1,33 x10 <sup>2</sup>	a	2,17 x10 <sup>2</sup>	a	1,50 x10 <sup>2</sup>	a	1,50 x10 <sup>2</sup>	a	1,50 x10 <sup>2</sup>	a	29,46	0,89
6	3,00 x10 <sup>2</sup>	a	3,00 x10 <sup>2</sup>	a	2,67 x10 <sup>2</sup>	a	2,67 x10 <sup>2</sup>	a	4,33 x10 <sup>2</sup>	a	3,83 x10 <sup>2</sup>	a	3,67 x10 <sup>2</sup>	a	3,50 x10 <sup>2</sup>	a	105,41	0,99
8	4,17 x10 <sup>2</sup>	a	4,33 x10 <sup>2</sup>	a	3,67 x10 <sup>2</sup>	a	3,17 x10 <sup>2</sup>	a	5,00 x10 <sup>2</sup>	a	4,83 x10 <sup>2</sup>	a	4,17 x10 <sup>2</sup>	a	3,67 x10 <sup>2</sup>	a	106,72	1,00
10	6,00 x10 <sup>3</sup>	ab	6,00 x10 <sup>3</sup>	ab	5,50 x10 <sup>3</sup>	ab	4,50 x10 <sup>3</sup>	b	7,50 x10 <sup>3</sup>	a	7,00 x10 <sup>3</sup>	ab	7,50 x10 <sup>3</sup>	a	6,83 x10 <sup>3</sup>	ab	543,27	0,64

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los resultados obtenidos en este estudio son inferiores a los reportados por Moncayo, D. (2013), quien obtuvo recuentos totales de mesófilos aerobios  $3,6 \times 10^4$ ,  $1,1 \times 10^4$ , y  $4 \times 10^4$ , UFC/g, lo que puede deberse al proceso de sanitización con ozono.

El análisis de varianza no reflejó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) por efecto de los niveles de cloruro de calcio, lo que indica que el cloruro de calcio no tiene efecto en este parámetro, no obstante en el anexo 7 se puede apreciar que el menor contenido de bacterias mesófilas aerobias se refleja en los tratamientos con mayor concentración de cloruro de calcio (1,5%), lo que puede deberse a que el calcio evita la entrada de microorganismos ya que aporta resistencia de la membrana y firmeza al fruto, mediante la unión de sustancias pécticas de la pared celular y lámina media (Cremades et al. 2012), es necesario aclarar que la pérdida de firmeza, sensibiliza considerablemente al fruto al ataque de patógenos (Pérez, A. y Sanz, C. 2008).

Las valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio, pero en el décimo día tenemos medias con letras diferentes que difieren significativamente entre ellas.

En el Gráfico 9 se puede observar el aumento de la carga microbiana conforme avanzan los días del experimento.

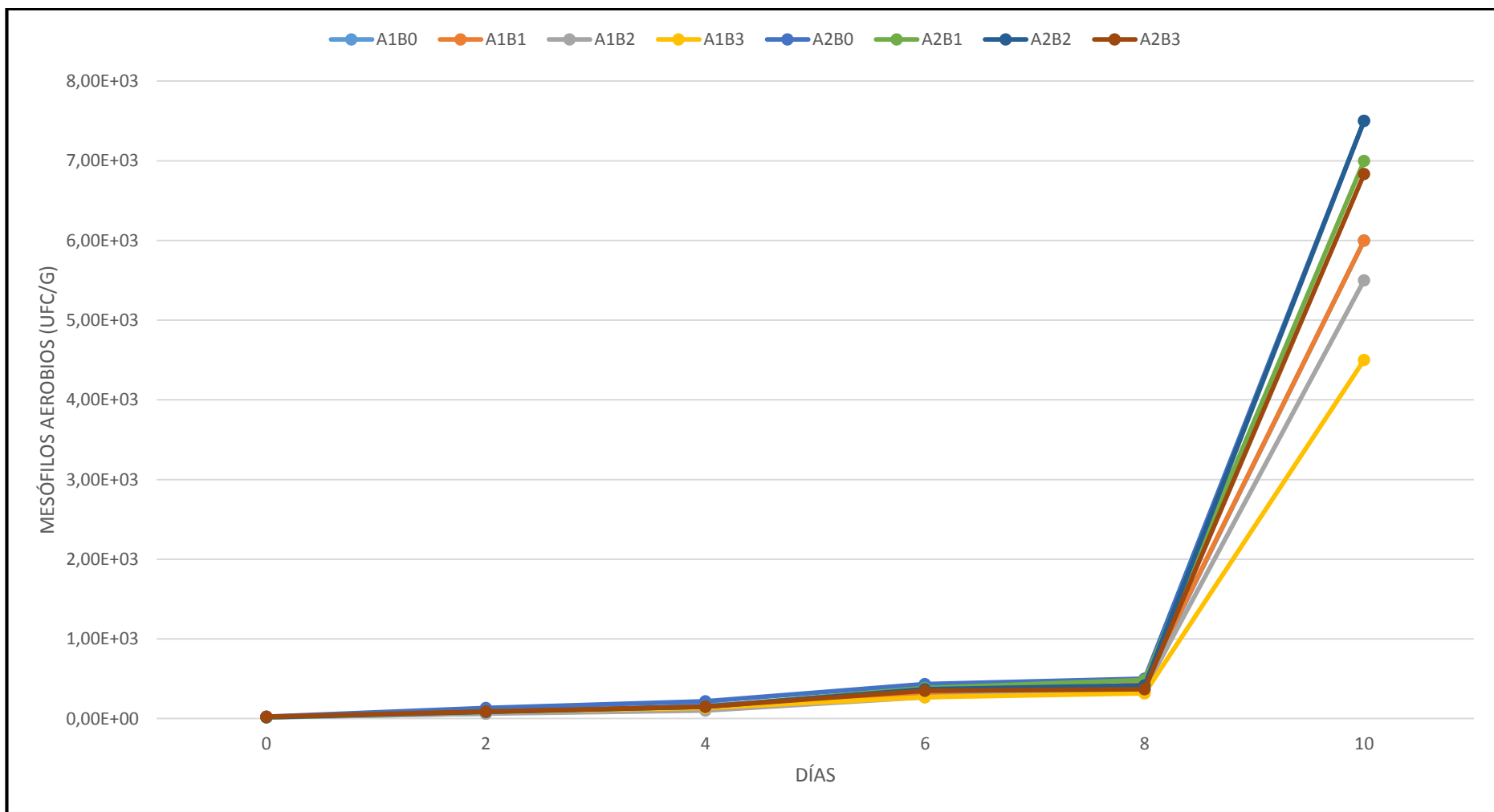


Gráfico 9. Mesófilos aerobios (UFC/g).

### 3. Coliformes totales

Las bacterias coliformes totales son microorganismos indicadores que se emplean para la evaluación de la calidad microbiológica de un alimento y las condiciones higiénicas durante el procesado. Las coliformes incluyen cuatro grupos de bacterias de las cuales solo la *E. coli* es de origen intestinal (animales o humanos) y su presencia en los alimentos se interpreta generalmente como contaminación directa o indirecta de origen fecal y advierte el riesgo de la presencia simultánea de bacterias patógenas entéricas (Savino, M. 2013).

Las frutas y hortalizas se pueden contaminar con este tipo de bacterias a través de la infiltración de aguas residuales en los campos, el riego con agua contaminada, la presencia de animales en el campo o un abonado incorrecto. La contaminación también puede producirse en la manipulación durante la cosecha y el embalaje y en otros pasos de la cadena de distribución, comercialización y procesamiento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002).

El Reglamento sanitario de los alimentos Dto. N° 977/96 (2014) establece que el límite máximo permisible de coliformes totales en frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo deben ser de  $10^5$  UFC/g. En esta investigación estos valores se mantienen en lo establecido durante todos los días de estudio. Esto se debe como se ha mencionado anteriormente al proceso de desinfección de las fresas con agua ozonificada, ya que el ozono oxida los componentes de la membrana bacteriana (glicoproteínas y glicolípidos), ataca algunos aminoácidos del interior celular, a los sistemas enzimáticos dependientes del grupo sulfidrido y al material nuclear, provocando de esta forma la inactivación de las bacterias (Rodríguez, M. 2003).

En el Cuadro 18 se presentan los resultados del recuento total de coliformes totales obtenidos en la presente investigación:

Cuadro 18. COLIFORMES TOTALES (UFC/g)

Día	Con recubrimiento								Sin recubrimiento								E.E.	Prob.
	0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>		0% CaCl <sub>2</sub>		0,5 %CaCl <sub>2</sub>		1 % CaCl <sub>2</sub>		1,5 %CaCl <sub>2</sub>			
0	2,22 x10 <sup>1</sup>	a	2,22 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	2,22 x10 <sup>1</sup>	a	2,78 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	1,67 x10 <sup>1</sup>	a	2,78 x10 <sup>1</sup>	a	5,54	0,72
10	6,67 x10 <sup>2</sup>	a	2,41 x10 <sup>2</sup>	a	1,73 x10 <sup>2</sup>	a	7,10 x10 <sup>2</sup>	a	6,11 x10 <sup>2</sup>	a	5,00 x10 <sup>2</sup>	a	5,83 x10 <sup>2</sup>	a	1,88 x10 <sup>2</sup>	a	228,97	0,22

E.E.: Error estándar

Prob.: Probabilidad

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



El análisis de varianza para el recuento total de coliformes totales indica que no existe diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en la aplicación del recubrimiento comestible, ni en los porcentajes de cloruro de calcio, lo que indica que el tratamiento no tiene influencia sobre este parámetro. Así mismo los valores medios obtenidos por efecto de la interacción de los factores no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos durante todos los días de estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los de otros trabajos realizados como el de Jima, I. (2010) quien obtuvo valores de  $8,8 \times 10^1$  UFC/g lo que probablemente se debe a la calidad microbiológica inicial de la materia prima, lo que puede deberse a la falta de BPA antes y después de la cosecha. Sin embargo los valores reportados en esta investigación están dentro de lo establecido por la normativa.

En el Gráfico 10 se observa el incremento de la cantidad de coliformes totales durante el período de estudio.

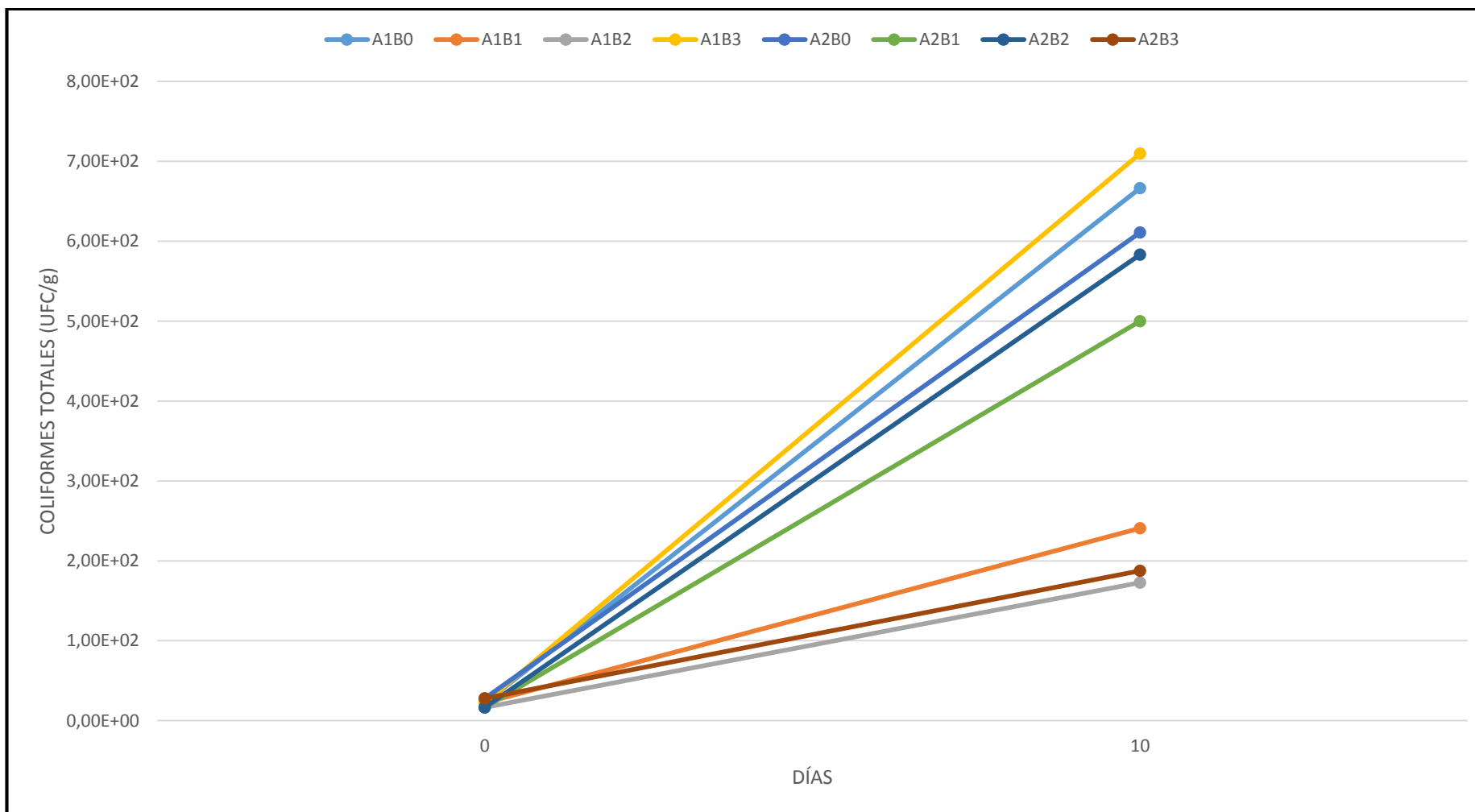


Gráfico 10. Coliformes totales (UFC/g)

### C. VALORACION DE LA VIDA ÚTIL

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo, M. y Reyes, A. 2007).

La vida útil de los tratamientos de la presente investigación se realizó en base a los resultados microbiológicos de mohos y levadura siguiendo la ecuación de primer orden como se muestra en el Cuadro 19:

Cuadro 19. VALORES DE LN DE CADA VALOR DE UFC/g PARA CALCULAR LA VIDA ÚTIL.

Tiempo (días)	Mohos y Levaduras							
	Con Recubrimiento				Sin recubrimiento			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
1	3,1011	2,8134	2,8134	2,8134	3,1011	2,8134	2,8134	2,8134
3	3,9120	3,3242	3,5066	4,0174	4,5282	5,2983	5,5860	5,3784
5	4,8929	4,6052	4,6052	4,4228	5,5860	5,5860	5,4525	5,4525
7	5,4525	5,4525	5,2983	5,2983	5,9045	5,9045	5,8579	5,8091
9	6,1092	5,9915	5,8579	5,8091	6,6421	6,6421	6,5746	6,5746
11	8,3349	8,2070	8,0064	7,8240	9,0078	9,0078	8,9446	8,9446
Vida útil (días)	5	5	5	5	4	4	4	4

La vida comercial útil de los productos hortofrutícolas está condicionada por una serie de factores intrínsecos en el momento de la recolección como son su estado de maduración, la existencia de daños y el grado de infección por microorganismos patógenos. La prolongación de la vida comercial útil del producto, manteniendo unos niveles aceptables de calidad, sólo se puede llevar a cabo controlando su actividad metabólica y minimizando posibles procesos infectivos. Estos conceptos

básicos son de aplicación general para todos los productos hortofrutícolas, pero son de estricto cumplimiento para frutos como la fresa que se caracterizan por un rápido deterioro debido a su alta tasa respiratoria, alta tendencia a la pérdida de agua por transpiración y alta susceptibilidad a las infecciones fúngicas (Pérez, A. y Sanz, M. 2008).

Los tratamientos con recubrimiento comestible lograron una vida útil de 5 días en comparación con los tratamientos no recubiertos que consiguieron 4 días de vida útil, esto se debe a que los recubrimientos crean una barrera semipermeable a gases como el  $O_2$  y  $CO_2$  y al vapor de agua, lo que disminuye la incidencia de microorganismos, además de ello mantiene la integridad del producto, reduce la velocidad de respiración la pérdida de agua por transpiración y la senescencia del fruto y en consecuencia prolonga la vida útil del fruto (Morales, M. 2011).

Los resultados obtenidos coinciden con lo señalado por Falconí, J. (2016), quien en su investigación antes mencionada, consigue valores de 5 días para tratamientos con recubrimientos comestibles a base de gelatina, cera de abeja y pectina en condiciones de refrigeración, en tanto que el tratamiento en las mismas condiciones y sin recubrimiento obtiene un valor de 4 días de vida útil.

Es necesario recalcar que la refrigeración influye considerablemente en la vida útil de la fresa, puesto que Falconí, J. (2016) en su investigación evaluó recubrimientos comestibles en la conservación de la fresa en condiciones de refrigeración y al ambiente, y encontró que los frutos recubiertos conservados al ambiente obtienen un valor de vida útil de 3 días en tanto que la vida útil de los tratamientos en refrigeración se extiende a 5 días.

El control de la temperatura ha demostrado ser la mejor herramienta de que se dispone hoy en día para prolongar la vida comercial útil de la fresa. Entre las ventajas que aporta la rápido descenso de la temperatura de la fresa se encuentran: disminución de la actividad metabólica con un consiguiente retraso del deterioro y conservación de su valor nutritivo, disminución de la actividad de los microorganismos patógenos que la infectan, reducción de la transpiración del fruto, evitándose la disminución en peso, la pérdida de brillo y el arrugamiento que

normalmente lleva asociado (Pérez, A. y Sanz, M. 2008). Lo que confirma que la refrigeración y la aplicación de biopolímeros comestibles es una buena opción para la conservación de la fresa.

## **D. ANÁLISIS ECONÓMICO**

### **1. Costos de producción**

Para determinar los costos de producción para fresas con un proceso de inmersión en solución de cloruro de calcio y aplicación de un recubrimiento comestible, se calculó la cantidad de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de producción, que son los datos que abarcan los costos de producción.

Todos los costos de producción se proyectaron para un año, con una capacidad de producción de la planta de 300 kilogramos de fresa diarios utilizando el 75% de capacidad.

Al analizar el beneficio/costo, se determinó que al utilizar recubrimiento, sin inmersión en cloruro de calcio se obtuvo una rentabilidad de 30% o lo que es lo mismo una utilidad de 30 centavos por cada dólar invertido, seguido de los tratamientos con recubrimiento y con inmersión en solución de cloruro de calcio al 0,5; 1 y 1,5%, siendo este último el que alcanzó el menor beneficio costo con una rentabilidad de 13%, es decir 13 centavos por cada dólar invertido. Sin embargo el tratamiento con 1,5% de  $\text{CaCl}_2$  de recubrimiento comestible a pesar de no presentar diferencias estadísticas respecto al tratamiento sin inmersión en cloruro de calcio y con recubrimiento presentó los mejores resultados en algunas variables físico - químicas (pérdida de peso y firmeza) y microbiológicas (mohos y levaduras y mesófilos aerobios).

Cuadro 20. ANÁLISIS ECONÓMICO DE FRESAS PRODUCIDAS CON INMERSIÓN EN DIFERENTES NIVELES DE CLORURO DE CALCIO Y CON UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.qer

q

Descripción	Unidad	Cant.	Costo unidad (\$)	Recubrimiento			
				0% CaCl <sub>2</sub>	0,5 % CaCl <sub>2</sub>	1 % CaCl <sub>2</sub>	1,5 % CaCl <sub>2</sub>
Fresa	Kg	300	1,7143	514,29	514,29	514,29	514,29
Agua destilada	ml	70875	0,0009	63,79	63,79	63,79	63,79
Gelatina	g	2250	0,0145	32,63	32,63	32,63	32,63
CMC	g	562,5	0,0120	6,75	6,75	6,75	6,75
glicerina	g	562,5	0,0030	1,69	1,69	1,69	1,69
0,5 % de cloruro de calcio	g	375	0,1000		37,50		
1 % de cloruro de calcio	g	750	0,1000			75,00	
1,5 % de cloruro de calcio	g	1125	0,1000				112,50
Mano de obra directa	jornal/día	2	24,15	48,30	48,30	48,30	48,30
Costos indirectos de producción	\$			94,68	94,68	94,68	94,68
Producto obtenido	Kg			300,00	300,00	300,00	300,00
Egresos totales	\$			762,12	799,62	837,12	874,62
Costos por Kg	\$			2,54	2,67	2,79	2,92
precio de venta por Kg	\$			3,30	3,30	3,30	3,30
Ingresos totales	\$			990,75	990,75	990,75	990,75
Beneficio/costo	B/C			1,30	1,24	1,18	1,13

## V. CONCLUSIONES

- En la presente investigación se aplicó diferentes niveles de cloruro de calcio (0,5; 1 y 1,5 %) y un recubrimiento comestible (compuesto por 3% de gelatina,

0,75% de glicerina, 0,75% de CMC y 94,5% de agua destilada) con el propósito de incrementar la vida útil de la fresa; la combinación de estas dos técnicas de conservación no presentó diferencias significativas en relación al tratamiento control, sin embargo al analizar los factores por separado, se determinó que el recubrimiento comestible presentó efectos positivos sobre algunos parámetros físico-químicos y microbiológicos de la fresa.

- En cuanto a las características físico - químicas se evaluó que los tratamientos con la aplicación del biopolímero comestible mantienen por más tiempo la firmeza y retardan la pérdida de peso, no obstante el tratamiento con recubrimiento y 1,5% de cloruro de calcio demostró ser el mejor en la preservación de los parámetros físico - químicos antes mencionados, aunque los resultados no fueron estadísticamente diferentes de los otros tratamientos con recubrimiento. Los niveles de cloruro de calcio no presentaron diferencias estadísticas en ningún parámetro evaluado a excepción de la firmeza pero únicamente en el último día de investigación (día diez). El pH, porcentaje de sólidos solubles y acidez no se vieron influenciadas por los factores en estudio.
- La evaluación de la vida útil en base a los resultados microbiológicos de mohos y levaduras determinó que todos los tratamientos con la aplicación del recubrimiento comestible prolongaron la vida útil de la fresa hasta un máximo de cinco días, comprobando de esta forma que la aplicación de este biopolímero a base de gelatina es una buena opción para la conservación de la fresa, ya que mantiene por más tiempo sus características sensoriales, físico-químicas y microbiológicas.
- En cuanto al análisis económico, se obtuvo un beneficio costo de 1,30 en el tratamiento con recubrimiento comestible y sin inmersión en solución de cloruro de calcio, lo que significa que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 30 centavos de dólar, lo que sugiere que producir fresa con este tipo de tratamiento podría ser una actividad rentable. El tratamiento con inmersión en 1,5% de cloruro de calcio y recubrimiento obtuvo la menor rentabilidad que fue 13% es decir 13 centavos por cada dólar invertido, sin embargo este tratamiento presentó los mejores resultados en algunos parámetros físico - químicos y

microbiológicos, aunque los mismos no fueron estadísticamente diferente a los otros tratamientos con la aplicación de la membrana comestible.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar nuevas investigaciones utilizando el recubrimiento comestible con la incorporación de un aditivo antimicrobiano el cual puede ser un ácido orgánico como el ácido ascórbico, cítrico u oxálico.



- Probar otros mejoradores de textura en fresa o en otras frutas mediante otros métodos de aplicación como por ejemplo aspersión, impregnación al vacío o por gradiente osmótico o la combinación de los dos.
- Realizar otras investigaciones como alternativas de conservación, como por ejemplo: radiación ultravioleta de onda corta, atmósferas modificadas, radiación ultravioleta de onda corta, tratamientos térmicos, otro tipo de recubrimientos comestible etc., para simular los resultados obtenidos.

## VII. LITERATURA CITADA

1. AGHDAM, M. DOKHANIEH, A. HASSANPOUR, H. FARD, J2013.  
Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas*)  
fruit by postharvest calcium treatment. Scientia Horticulturae. v. 161 pp

- 160–164. Disponible en el sitio web:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423813003555>
2. ALCÁNTARA, M. 2009. Estimación de los daños físicos y evaluación de la calidad de la fresa durante el manejo postcosecha y el transporte simulado. Tesis doctoral. Universidad politécnica de valencia, España. Disponible en el sitio web:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6473/tesisUPV3131.pdf>
3. ANGULO, R. 2009. Fresa. 1a ed. Bogotá, Colombia. pp 6-9 Disponible en el sitio web:  
[https://www.cropscience.bayer.co/~media/BayerCropScience/Peruvian/Cuntry-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA\\_baja.ashx](https://www.cropscience.bayer.co/~media/BayerCropScience/Peruvian/Cuntry-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx)
4. BALASUNDRAM, N. SUNDRAM, K. Y SAMIR, S. 2006. Food Chemistry Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. v 99 pp 191–203. Disponible en el sitio web:  
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042m>
5. BAUDI, S. 2013. Cloruro de Calcio - Ingrepedia Hablemos Claro. Disponible en el sitio web: [https:// www.hablemosclaro.org/ingrepedia/cloruro-de-calcio.aspx](https://www.hablemosclaro.org/ingrepedia/cloruro-de-calcio.aspx)
6. BÓSQUEZ M., E. 2003. Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka).

Tesis doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana, México.  
 Disponible en el sitio web: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI10845.pdf>

7. CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. (2015). Manual Fresa. Bogotá, Colombia. pp 32, 33, 35 Disponible en el sitio web: <https://www.ccb.org.co/content/download/13732/175126//Fresa.pdf>
8. CARRILLO, M. Y REYES, A. 2007. Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas Y Agropecuarias. v 2 p 7.
9. CHILE, MINISTERIO DE SALUD DE CHILE (MINSAL), 2014. Reglamento sanitario de los alimentos. DTO. 977/96. Santiago de Chile, Chile.
10. COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC), 1997. Frutas frescas. Fresa variedad Chandler. Especificaciones. INCOTEC 4103. Bogotá, Colombia.
11. COLOMBIA, GOBERNACIÓN DE ANTOQUIA. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2014. Manual Técnico Fresa Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Edit. Francisco Vélez. p 7
12. CORDENUNSI, B. GENOVESE, M. OLIVEIRA D. 2005. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. Food Chemistry. 91(1), pp 113–121. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.054>
13. CREMADES, L. SANCHEZ, M. Y ZURITZ, C. 2012. Evaluación de la firmeza en cerezas tratadas con calcio. Disponible en el sitio web:

[https://www.aqa.org.ar/joomla/images/anales/pdf99/cd/Ciencia\\_y\\_Tec.../15.pdf](https://www.aqa.org.ar/joomla/images/anales/pdf99/cd/Ciencia_y_Tec.../15.pdf)

14. DANIELS, J. KRISHNAMURTHI, R. Y RIZVI, S. 1985. A Review of Effects of Carbon Dioxide on Microbial Growth and Food Quality. *Journal of Food Protection*. 48(6), pp 532–537. Disponible en el sitio web: [www.jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-48.6.532](http://www.jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-48.6.532)
  
15. DE ANCOS, B. GONZALEZ, D. COLINA, C. MORENO, C. 2015. Desarrollo de productos IV y V Gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 16(1), pp 8–17. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
  
16. Del Valle, V. et al. 2005. Food Chemistry Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. v 91 pp 751–756. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.002>
  
17. DHALL, R. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 53(5), pp 435–50. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>
  
18. DICKINSON, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers q. *Food Hydrocolloids*. 23(6), pp 1473–1482. Disponible en el sitio web: <https://ialimentoslem1.files.wordpress.com/2014/05/hydrocolloids-as-emulsifiers-and-emulsion-stabilizers.pdf>

19. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1986.  
Conservas vegetales. Sólidos solubles. Método refractométrico. Norma INEN 380. Quito, Ecuador.
20. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1986.  
Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ion hidrógeno (pH). Norma INEN 0389. Quito, Ecuador.
21. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1986.  
Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. Norma INEN 381. Quito, Ecuador.
22. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1998.  
Control microbiológico de los alimentos – Mohos y levaduras viables. Detección. Norma INEN 1529-11. Quito, Ecuador.
23. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2006.  
Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Norma INEN 1529-5. Quito, Ecuador.
24. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2013.  
Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias. Norma INEN 1529-7. Quito, Ecuador.
25. ESCOBAR, R. 2014. Las prácticas agrícolas de la asociación flores y frutas de Huachi grande y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*fragaria vesca*) variedad Albión. Tesis de maestría. Universidad técnica

de Ambato, Ecuador. Disponible en el sitio web:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8584>

26. FALCONÍ, F. 2016. EMPLEO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE *Fragaria x ananassa* (FRESA). Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Disponible en el sitio web:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6109/1/27T0331.pdf>

27. FERLOTTI, C. 2015. Manual de Nutrición y Dietética, Comida saludable para una vida saludable. Disponible en el sitio web:  
<https://play.google.com/books/reader?id=5dfLBwAAQBAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=es&pg=GBS.PA3>

28. FERNÁNDEZ, D. BAUTISTA, S. Y OCAMPO, A. 2015. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvesting conservation of fruits and vegetables. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24(3), pp 52–57. Disponible en el sitio web:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008)

29. FLORKOWSKI, W. PRUSSIA, S. SHEWFELT, R. Y BRUECKNER, B. 2009. Postharvest Handling: a systems approach. 2a ed. New York, USA. Edit. Academic Press. p 65

30. FRAZIER, W. Y WESTHOFF D. 2003. Microbiología de los alimentos. 4a. ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 23, 56
31. GARCÍA, A. Y PRADERAS, G. 2010. Influencia del cloruro de calcio y de un tipo de empaque sobre las propiedades fisicoquímicas y la textura de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) durante el almacenamiento. 63(1), pp 5417–5427.
32. GARCÍA, M. REBATTÁ, F. GÓMEZ, I. ESPINOZA, C. GANOZA, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. 8a ed. Lima, Perú. pp 24, 25. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
33. GOULAS, V. VICENTE, A. Y MANGANARIS, G. 2012. Structural diversity of anthocyanins in fruits. Anthocyanins: Structure, Biosynthesis and Health Benefits. pp 225–250. Disponible en el sitio web: [www.academia.edu/.../Structural diversity of anthocyanins in f.](http://www.academia.edu/.../Structural_diversity_of_anthocyanins_in_f)
34. GUERRERO, J. Y CASTAÑEDA, A. 2015. Pigmentos en frutas y hortalizas rojas : antocianinas. Disponible en el sitio web: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2016/05/TSIA-9-Castaneda-Sanchez-et-al-2015.pdf>
35. GUERRERO, J. Y VÁZQUEZ, M. 2013. Recubrimientos de frutas con biopelículas. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. pp 5–14. Disponible en el sitio web: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>

36. HERNANDEZ, M. BARRERA, J. Y MELGAREJO, L. 2012. Fisiología poscosecha. Disponible en el sitio web: [www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11\\_Cap09.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf).
37. IRFAN, P. et al. 2013. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. *Postharvest Biology and Technology*. pp 82, 70–75. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.008>
38. JIMA, I. 2015. Aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, tween, ácido cítrico y glucosa) y su efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión. Disponible en el sitio web: [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15872/1/AL\\_583.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15872/1/AL_583.pdf)
39. KADER, A. 1992. *Biología y Tecnología de Postcosecha cambios factores ambientales*.
40. KADER, A. Y ROLLE R. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. Value of horticultural perishables and their post-harvest losses. *FAO Agricultural Services Bulletin* 152. Pp 1, 2 ,4 Disponible en el sitio web: <http://www.fao.org/docrep/007/y5431e/y5431e00.htm>
41. KADER, A., Y BARRETT, D. 2005. *Processing Fruits*. Disponible en el sitio web: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420040074.pt1>
42. KADER, A. 2011. *Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas*. Disponible en el sitio web: <https://books.google.com/books?id=x62K8WyyAt4C&pgis=1>



43. LOZANO, J. 2006. Chemical composition of fruits and its technological importance. In Fruit Manufacturing. Scientific Basis, Engineering Properties, and Deteriorative Reactions of Technological Importance. pp. 133–161.
44. MARTÍN, A. RICO, D. FRÍAS, J. M. BARAT, J. M. Y HENEHAN, G. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. Trends in Food Science and Technology, 18(4), pp 210–218. Disponible en el sitio web: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.11.027>
45. MARTINEZ, A. 2003. Carotenoides. Disponible en el sitio web: [http://n-Hexano/Acetato de etilo \(2:1\), n-Hexano/Acetato de etilo \(4:1\)](http://n-Hexano/Acetato de etilo (2:1), n-Hexano/Acetato de etilo (4:1))
46. MELÉNDEZ, A. VICARIO, I. Y HEREDIA, F. 2004. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Scielo - Scientific Electronic Library Online, 54(2), 149–154. Disponible en el sitio web: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000200003](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003)
47. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. DIRECCIÓN REGIONAL CENTRAL OCIDENTAL, 2007. Agrocadena de Fresa. Biblioteca Virtual. Disponible en el sitio web: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>
48. ESPAÑA, MINISTERIO DE AGRICULTURA ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2013). Fresa.

49. MELÉNDEZ, A. VICARIO, I. Y HEREDIA, F. 2004. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Scielo - Scientific Electronic Library Online, v 54 pp 149–154. Disponible en el sitio web: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000200003](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003)
50. MORALES, M. 2011. Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola. Disponible en el sitio web: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/474/61786s.pdf?sequence=1>
51. NÚÑEZ, K. CASTELLANO, G. RAMÍREZ, R. SINDONI, M.Y MARIN, C. 2012. Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. v 6 pp 21 - 30
52. OMS, 2012. Alimentación sana. Disponible en el sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/es/>
53. ORDOÑEZ, L. Y YOSHIOKA, L. 2012. Cinética de degradación térmica de vitamina c en pulpa de mango ( *Mangifera indica* L ). v 19 pp 81, 83
54. FAO, (2002). Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas : manual de formación para instructores. Disponible en el sitio web: [http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits\\_es/others/docs/maryland\\_manual.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/maryland_manual.pdf)
- f

55. PANTOJA, A. GRANADOS, S. E IZQUIERDO, J. (2011). De La Huerta a La Mesa. Santiago, Chile. pp 6, 8
56. PARZANESE, M. 2006. Tecnologías para la Industria Alimentaria - PELÍCULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES. Ministerio de Agricultura, Ganadería Y Pesca, 1–11. Disponible en el sitio web: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_07\\_PeliculaComestible.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf)
57. PÉREZ, A. Y SANZ, C. 2008. La fresa de Huelva. Huelva, España. Edit. Junta de Andalucía pp. 228 - 242. Disponible en el sitio web: [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161077LIBRO\\_FRESA\\_HUELVA.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161077LIBRO_FRESA_HUELVA.pdf)
58. PERÚ, LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA), 2008. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. NTS 071
59. PORRAS, A. Y LÓPEZ, A. 2009. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. pp 121 – 134.
60. PROYECTO HENUFOOD, 2014. Grupos de alimentos y su importancia para la salud: Parte I (Frutas, verduras y hortalizas). Disponible en <http://www.henufood.com/nutricion-salud/aprende-a-comer/grupos-de-alimentos-y-su-importancia-para-la-salud-parte-i-frutas-verduras-y-hortalizas/#superior>

61. QUINTERO, J. FALGUERA, V. Y MUÑOZ, A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*. v 5 pp 93–118.
62. RAMIREZ, A. Y MARÍN, M. 2014. Frutas y hortalizas. Disponible en el sitio web: <http://6102q.yolasite.com/resources/FRUTAS%20Y%20HORTALIZAS.pdf>
63. RAMIREZ, M. FISCHER, G. Y GALVIS, J. 2010. Maduración poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg) tratada con  $\text{CaCl}_2$  en tres temperaturas de almacenamiento. *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales*. 23(1), pp 330–349.
64. RAMOS, M. BAUTISTA, S. Y BARRERA, L. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), pp 44–57. Disponible en el sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/612/61214206005.pdf>
65. RINCÓN, A. Y MARTÍNEZ, E. 2015. Funciones del calcio en la calidad poscosecha de frutas y hortalizas: una revisión. *Alimentos Hoy*. 24(34), 13–25. Disponible en el sitio web: [www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/301/276](http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/301/276)
66. ROBINSON, J. BROWNE, K. Y BURTON, W. 1975. “Caracterización de vegetales y frutas”, Dolmos, S.A. Buenos Aires –Argentina, pp, 120-142.
67. ROJAS, M. SOLIVA, F. Y MARTIN, O. 2009. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science*

and Technology, 20(10), pp 438 – 447.

<http://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.05.002>

68. SAVINO, M. 2013. Microbiología de los alimentos. Disponible en el sitio web:

[http://www.go.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/2013/02/Guia-Micro-Alim-Mod-II\\_2013.pdf](http://www.go.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/2013/02/Guia-Micro-Alim-Mod-II_2013.pdf)

69. TREJO, M. LÓPEZ, K. Y PÉREZ, C. 2007. Recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. pp 230 – 239. Disponible en el sitio web:

[https://www.researchgate.net/publication/242247221\\_EFECTO\\_DE\\_LA\\_APLICACION\\_DE\\_UN\\_RECUBRIMIENTO\\_COMESTIBLE\\_A\\_BASE\\_DE\\_GELATINA SOBRE LA CALIDAD DE FRESA \*Fragaria vesca\* L\\_ ALMACENADA EN REFRIGERACION](https://www.researchgate.net/publication/242247221_EFECTO_DE_LA_APLICACION_DE_UN_RECUBRIMIENTO_COMESTIBLE_A_BASE_DE_GELATINA SOBRE LA CALIDAD DE FRESA <i>Fragaria vesca</i> L_ ALMACENADA EN REFRIGERACION)

70. TRIPATHI, K. et al.2016. Fruit ripening of climacteric and non. Journal of Environmental and Applied Bioresearch. pp 27 – 34.

71. VALENZUELA, G. 2012. Agricultores le apuestan al cultivo de fresa. Revista El Agro. Disponible en el sitio web:

<http://www.revistaelagro.com/2012/01/05/mosca-de-la-fruta-limita-potencial-exportador/>

72. VELÁZQUEZ, C. Y TOLEDO, J. 2000. Manual de manejo postcosecha de frutas Tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). pp 10, 11

73. VERA, J. MORALES, L. Y TAPIA, L. 2012. Durante Maduración De Los Frutos.

Disponible en el sitio web:

[http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cviciente/seminarios/maduraci  
on\\_frutos.pdf](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cviciente/seminarios/maduracion_frutos.pdf)

# Anexos

**Anexo 1. Análisis estadístico del pH de las fresas empleadas durante el experimento.**

**DÍA CERO**

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0004	1	0,0004	0,4386	0,5172
Cloruro de calcio (%)	0,0005	3	0,0002	0,1930	0,8996
Rec. x cloruro de calcio	0,0029	3	0,0010	1,0117	0,4133
Error	0,0152	16	0,0009		
Total	0,0191	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	3,39	12	0,01	A
Sin recubrimiento	3,38	12	0,01	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	3,39	6	0,01	A
0,5	3,38	6	0,01	A
1,0	3,38	6	0,01	A
0,0	3,38	6	0,01	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,5	3,40	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	3,39	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,0	3,39	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	3,39	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	3,39	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	3,37	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	3,37	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	3,37	3	0,02	A

**DÍA UNO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0003	1	0,0003	0,9000	0,3569



Cloruro de calcio (%)..	0,0004	3	0,0001	0,3667	0,7780
Rec. x cloruro de calcio	0,0004	3	0,0001	0,3667	0,7780
Error	0,0060	16	0,0004		
Total	0,0072	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,42	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,41	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,42	6	0,01	A
1,5	3,42	6	0,01	A
0,5	3,42	6	0,01	A
1,0	3,41	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	3,42	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	3,42	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	3,42	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	3,42	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	3,42	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	3,42	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	3,41	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	3,40	3	0,01	A

## DÍA DOS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0002	1	0,0002	0,1525	0,7013

Cloruro de calcio (%).	0,0019	3	0,0006	0,6441	0,5979
Rec. x cloruro de calcio	0,0002	3	0,0001	0,0508	0,9843
Error	0,0157	16	0,0010		
Total	0,0179	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,45	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,45	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,46	6	0,01	A
1,0	3,45	6	0,01	A
0,5	3,45	6	0,01	A
1,5	3,43	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,0	3,46	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,0	3,46	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	3,46	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	3,46	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	3,45	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	3,45	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	3,43	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	3,43	3	0,02	A

## DÍA TRES

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Recubrimiento	0,0030	1	0,0030	1,6644	0,2153
Cloruro de calcio (%)..	0,0019	3	0,0006	0,3493	0,7902
Rec. x cloruro de calcio	0,0010	3	0,0003	0,1910	0,9010
Error	0,0292	16	0,0018		
Total	0,0352	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,51	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,49	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	3,51	6	0,02	A
0,0	3,51	6	0,02	A
1,0	3,50	6	0,02	A
1,5	3,49	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	3,53	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,0	3,52	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	3,51	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	3,50	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	3,49	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	3,49	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	3,49	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	3,49	3	0,02	A

## DÍA CUATRO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0030	1	0,0030	2,0027	0,1762
Cloruro de calcio (%)	0,0037	3	0,0012	0,8233	0,5000
Rec. x cloruro de calcio	0,0000	3	0,0000	0,0027	0,9998
Error	0,0243	16	0,0015		
Total	0,0311	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,55	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,53	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,56	6	0,02	A
0,5	3,54	6	0,02	A
1,0	3,53	6	0,02	A
1,5	3,52	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	3,57	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	3,56	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	3,54	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	3,54	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	3,53	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	3,53	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	3,52	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	3,51	3	0,02	A

## DÍA CINCO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0067	1	0,0067	3,5477	0,0779
Cloruro de calcio (%)..	0,0010	3	0,0003	0,1715	0,9141
Rec. x cloruro de calcio	0,0012	3	0,0004	0,2188	0,8819
Error	0,0301	16	0,0019		
Total	0,0389	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,58	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,55	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,57	6	0,02	A
0,5	3,57	6	0,02	A
1,0	3,56	6	0,02	A
1,5	3,56	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	3,59	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,0	3,58	3	0,03	A
Sin recubrimiento	0,0	3,58	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,5	3,58	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,0	3,57	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,5	3,54	3	0,03	A
Con recubrimiento	1,0	3,54	3	0,03	A
Con recubrimiento	1,5	3,53	3	0,03	A
Sin recubrimiento	0,5	3,59	3	0,03	A

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0015	1	0,0015	1,6791	0,2134
Cloruro de calcio (%)..	0,0011	3	0,0004	0,4264	0,7368
Rec. x cloruro de calcio	0,0002	3	0,0001	0,0791	0,9704
Error	0,0143	16	0,0009		
Total	0,0172	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,58	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,57	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,58	6	0,01	A
1,0	3,58	6	0,01	A
0,5	3,57	6	0,01	A
1,5	3,57	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	3,59	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	3,59	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	3,58	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	3,58	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	3,58	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	3,57	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	3,57	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	3,56	3	0,02	A

## DÍA SIETE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0006	1	0,0006	2,0000	0,1765
Cloruro de calcio (%)..	0,0014	3	0,0005	1,5000	0,2526
Rec. x cloruro de calcio	0,0003	3	0,0001	0,3333	0,8014
Error	0,0048	16	0,0003		
Total	0,0071	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,60	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,59	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,60	6	0,01	A
1,0	3,60	6	0,01	A
0,5	3,60	6	0,01	A
1,5	3,58	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	3,61	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	3,61	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	3,60	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	3,60	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	3,60	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	3,59	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	3,59	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	3,58	3	0,01	A

## DÍA OCHO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0000	1	0,00004	0,1111	0,7432
Cloruro de calcio (%)..	0,0004	3	0,0001	0,4074	0,7498
Rec. x cloruro de calcio	0,0013	3	0,0004	1,2963	0,3099
Error	0,0054	16	0,0003		
Total	0,0072	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,62	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,62	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	3,62	6	0,01	A
0,0	3,62	6	0,01	A
1,0	3,62	6	0,01	A
1,5	3,61	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,0	3,63	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	3,62	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	3,62	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	3,62	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	3,62	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	3,61	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	3,61	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	3,60	3	0,01	A

## DÍA NUEVE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA



F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0003	1	0,0003	0,5714	0,4607
Cloruro de calcio (%)..	0,0005	3	0,0002	0,3810	0,7681
Rec. x cloruro de calcio	0,0013	3	0,0004	0,9524	0,4389
Error	0,0075	16	0,0005		
Total	0,0096	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,65	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,65	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	3,66	6	0,01	A
1,0	3,65	6	0,01	A
0,5	3,65	6	0,01	A
1,5	3,64	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,5	3,66	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	3,66	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	3,66	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	3,66	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	3,66	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	3,64	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	3,64	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	3,63	3	0,01	A

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0017	1	0,0017	4,3478	0,0534
Cloruro de calcio (%)..	0,0011	3	0,0004	0,9710	0,4307
Rec. x cloruro de calcio	0,0003	3	0,0001	0,2319	0,8728
Error	0,0061	16	0,0004		
Total	0,0092	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	3,68	12	0,01	A
Con recubrimiento	3,66	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	3,67	6	0,01	A
0,0	3,67	6	0,01	A
1,0	3,67	6	0,01	A
1,5	3,66	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	3,68	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	3,68	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	3,68	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	3,67	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	3,67	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	3,67	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	3,66	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	3,65	3	0,01	A

**Anexo 2. Análisis estadístico del porcentaje de sólidos solubles de las fresas empleadas durante el experimento.**

### DÍA CERO

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0057	1	0,0057	0,8977	0,3575
Cloruro de calcio (%)..	0,0035	3	0,0012	0,1860	0,9044
Rec. x cloruro de calcio	0,0004	3	0,0001	0,0234	0,9950
Error	0,1017	16	0,0064		
Total	0,1114	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	6,77	12	0,02	A
Sin recubrimiento	6,74	12	0,02	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	6,77	6	0,03	A
1,5	6,77	6	0,03	A
1,0	6,75	6	0,03	A
0,0	6,74	6	0,03	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,5	6,79	3	0,05	A
Con recubrimiento	1,5	6,78	3	0,05	A
Con recubrimiento	1,0	6,77	3	0,05	A
Sin recubrimiento	1,5	6,75	3	0,05	A
Sin recubrimiento	0,5	6,75	3	0,05	A
Con recubrimiento	0,0	6,75	3	0,05	A
Sin recubrimiento	0,0	6,73	3	0,05	A
Sin recubrimiento	1,0	6,72	3	0,05	A

**DÍA UNO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Aplicación de Recubrimient..	0,02	1	0,0165	4,0666	0,0608

Nivel de cloruro de calcio..	0,01	3	0,0032	0,7797	0,5224
Aplicación de Recubrimient..	0,00	3	0,0012	0,3016	0,8238
Error	0,07	16	0,0041		
Total	0,09	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	6,83	12	0,02	A
Sin recubrimiento	6,78	12	0,02	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	6,82	6	0,03	A
1,0	6,81	6	0,03	A
0,5	6,81	6	0,03	A
1,5	6,77	6	0,03	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,0	6,86	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,0	6,84	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,5	6,82	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,0	6,80	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,5	6,80	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,5	6,79	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,0	6,76	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,5	6,75	3	0,04	A

## DÍA DOS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Aplicación de Recubrimient..	0,01	1	0,0081	1,93	0,1836
Nivel de cloruro de calcio..	0,00	3	0,0009	0,22	0,8768
Aplicación de Recubrimient..	0,00	3	0,0016	0,37	0,7720
Error	0,07	16	0,0042		
Total	0,08	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	6,89	12	0,02	A
Con recubrimiento	6,86	12	0,02	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	6,89	6	0,03	A
0,5	6,88	6	0,03	A
1,0	6,87	6	0,03	A
1,5	6,86	6	0,03	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,0	6,90	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,0	6,89	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,5	6,89	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,5	6,89	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,0	6,89	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,5	6,87	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,0	6,83	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,5	6,83	3	0,04	A

## DÍA TRES

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,03	1	0,0301	2,7671	0,1157
Cloruro de calcio (%)	0,03	3	0,0086	0,7950	0,5144
Recbm. x cloruro de calcio	0,02	3	0,0080	0,7378	0,5448
Error	0,17	16	0,0109		
Total	0,25	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,07	12	0,03	A
Con recubrimiento	7,00	12	0,03	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,08	6	0,04	A
0,5	7,05	6	0,04	A
1,0	7,01	6	0,04	A
1,5	7,00	6	0,04	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,09	3	0,06	A
Sin recubrimiento	1,5	7,08	3	0,06	A
Con recubrimiento	0,0	7,08	3	0,06	A
Sin recubrimiento	1,0	7,06	3	0,06	A
Sin recubrimiento	0,5	7,05	3	0,06	A
Con recubrimiento	0,5	7,04	3	0,06	A
Con recubrimiento	1,0	6,96	3	0,06	A
Con recubrimiento	1,5	6,92	3	0,06	A

## DÍA CUATRO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,02	1	0,0187	3,7038	0,0723
Cloruro de calcio..	0,02	3	0,0066	1,3166	0,3036
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0023	0,4563	0,7166
Error	0,08	16	0,0050		
Total	0,13	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,10	12	0,02	A
Con recubrimiento	7,05	12	0,02	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,11	6	0,03	A
0,5	7,10	6	0,03	A
1,0	7,07	6	0,03	A
1,5	7,03	6	0,03	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,12	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,5	7,11	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,0	7,09	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,5	7,09	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,0	7,09	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,5	7,09	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,0	7,04	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,5	6,98	3	0,04	A

## DÍA CINCO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,00	1	0,0045	2,4750	0,1352
Cloruro de calcio (%)	0,01	3	0,0025	1,3477	0,2942
Rec x cloruro de calcio	0,00	3	0,0001	0,0386	0,9895
Error	0,03	16	0,0018		
Total	0,04	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,13	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,11	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,14	6	0,02	A
0,5	7,13	6	0,02	A
1,0	7,10	6	0,02	A
1,5	7,10	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,15	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	7,14	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	7,13	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	7,12	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	7,12	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	7,12	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	7,09	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	7,09	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,0	7,15	3	0,02	A

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA



F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0048	1	0,0048	4,30	0,0547
Cloruro de calcio (%)..	0,0037	3	0,0012	1,09	0,3835
Rec. x cloruro de calcio	0,0005	3	0,0002	0,13	0,9385
Error	0,0179	16	0,0011		
Total	0,0269	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,18	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,15	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,18	6	0,01	A
0,5	7,17	6	0,01	A
1,0	7,16	6	0,01	A
1,5	7,15	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,20	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	7,19	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	7,18	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	7,17	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	7,16	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	7,16	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	7,15	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	7,14	3	0,02	A

## DÍA SIETE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0022	1	0,0022	4,23	0,0564
Cloruro de calcio (%)..	0,0016	3	0,0005	1,01	0,4137
Rec. x cloruro de calcio	0,0006	3	0,0002	0,37	0,7752
Error	0,0083	16	0,0005		
Total	0,0127	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,19	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,17	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,20	6	0,01	A
0,5	7,18	6	0,01	A
1,0	7,18	6	0,01	A
1,5	7,17	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,20	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	7,19	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	7,19	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	7,19	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	7,19	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	7,18	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	7,17	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	7,16	3	0,01	A

## DÍA OCHO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0007	1	0,0007	1,47	0,2430
Cloruro de calcio (%)..	0,0028	3	0,0009	1,96	0,1612
Rec. x cloruro de calcio	0,0004	3	0,0001	0,29	0,8341
Error	0,0077	16	0,0005		
Total	0,0116	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,22	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,21	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,23	6	0,01	A
0,5	7,22	6	0,01	A
1,0	7,21	6	0,01	A
1,5	7,21	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,24	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	7,23	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	7,22	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	7,22	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	7,21	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	7,21	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	7,21	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	7,20	3	0,01	A

## DÍA NUEVE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0030	1	0,0030	2,13	0,1642
Cloruro de calcio (%)..	0,0112	3	0,0037	2,61	0,0875
Rec. x cloruro de calcio	0,0063	3	0,0021	1,46	0,2617
Error	0,0229	16	0,0014		
Total	0,0434	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,28	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,25	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	7,28	6	0,02	A
0,0	7,28	6	0,02	A
1,0	7,27	6	0,02	A
1,5	7,23	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,30	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	7,30	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	7,29	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	7,26	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	7,26	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	7,25	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	7,24	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	7,21	3	0,02	A

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0060	1	0,0060	3,33	0,0869
Cloruro de calcio (%)..	0,0012	3	0,0004	0,23	0,8760
Rec. x cloruro de calcio	0,0004	3	0,0001	0,08	0,9716
Error	0,0289	16	0,0018		
Total	0,0366	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,30	12	0,01	A
Con recubrimiento	7,27	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	7,30	6	0,02	A
0,5	7,29	6	0,02	A
1,0	7,28	6	0,02	A
1,5	7,28	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,31	3	0,02	A
Sin recubrimiento	0,5	7,30	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,5	7,30	3	0,02	A
Sin recubrimiento	1,0	7,29	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,0	7,28	3	0,02	A
Con recubrimiento	0,5	7,27	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,0	7,27	3	0,02	A
Con recubrimiento	1,5	7,26	3	0,02	A

**Anexo 3. Análisis estadístico del porcentaje de acidez titulable de las fresas empleadas durante el experimento.**

**DÍA CERO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0001	1	0,0001	0,03	0,8567
Cloruro de calcio (%)..	0,0031	3	0,0010	0,34	0,7973
Rec. x cloruro de calcio	0,0022	3	0,0007	0,24	0,8657
Error	0,0495	16	0,0031		
Total	0,0550	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,95	12	0,02	A
Sin recubrimiento	0,94	12	0,02	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	0,96	6	0,02	A
1,0	0,95	6	0,02	A
1,5	0,94	6	0,02	A
0,0	0,94	6	0,02	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	0,97	3	0,03	A
Con recubrimiento	1,0	0,97	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,5	0,96	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,5	0,94	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,0	0,94	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,0	0,93	3	0,03	A
Con recubrimiento	1,5	0,93	3	0,03	A
Sin recubrimiento	0,0	0,93	3	0,03	A

**DÍA UNO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0001	1	0,0001	0,12	0,7342
Cloruro de calcio (%)..	0,0008	3	0,0003	0,51	0,6827
Rec. x cloruro de calcio	0,0007	3	0,0002	0,44	0,7290
Error	0,0089	16	0,0006		
Total	0,0106	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,90	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,90	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	0,91	6	0,01	A
0,5	0,90	6	0,01	A
0,0	0,89	6	0,01	A
1,5	0,89	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,0	0,91	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,91	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,90	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,90	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,90	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,89	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,89	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	0,89	3	0,01	A

## DÍA DOS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0009	1	0,0009	1,76	0,2035
Cloruro de calcio (%)..	0,0002	3	0,0001	0,13	0,9391
Rec. x cloruro de calcio	0,0006	3	0,0002	0,36	0,7813
Error	0,0085	16	0,0005		
Total	0,0103	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,89	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,87	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	0,88	6	0,01	A
1,5	0,88	6	0,01	A
0,5	0,88	6	0,01	A
0,0	0,88	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,0	0,89	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,89	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,89	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,88	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,88	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	0,88	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,87	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,86	3	0,01	A

## DÍA TRES

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA



F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0000	1	0,000004	0,04	0,8525
Cloruro de calcio (%)..	0,0001	3	0,00004	0,32	0,8098
Rec. x cloruro de calcio	0,0001	3	0,00004	0,32	0,8098
Error	0,0019	16	0,00012		
Total	0,0021	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,87	12	0,00	A
Sin recubrimiento	0,87	12	0,00	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	0,87	6	0,00	A
1,5	0,87	6	0,00	A
1,0	0,87	6	0,00	A
0,0	0,87	6	0,00	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,5	0,88	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,87	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,87	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,87	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,87	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	0,87	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,87	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,87	3	0,01	A

## DÍA CUATRO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0004	1	0,0004	0,78	0,3898
Cloruro de calcio (%)	0,0001	3	0,00003	0,05	0,9837
Rec. x cloruro de calcio	0,0002	3	0,0001	0,14	0,9375
Error	0,0085	16	0,0005		
Total	0,0092	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,87	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,86	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	0,86	6	0,01	A
1,0	0,86	6	0,01	A
1,5	0,86	6	0,01	A
0,0	0,86	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,87	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,87	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,87	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,86	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,85	3	0,01	A

## DÍA CINCO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0001	1	0,00007	0,23	0,6414
Cloruro de calcio (%)..	0,0005	3	0,00016	0,54	0,6588
Rec. x cloruro de calcio	0,0001	3	0,00003	0,11	0,9514
Error	0,0047	16	0,00030		
Total	0,0054	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,86	12	0,00	A
Sin recubrimiento	0,85	12	0,00	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,86	6	0,01	A
1,0	0,86	6	0,01	A
0,0	0,85	6	0,01	A
0,5	0,85	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,86	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,85	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,85	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,85	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,85	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,85	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	0,86	3	0,01	A

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0000	1	0,0000	0,12	0,7301
Cloruro de calcio (%)..	0,0026	3	0,0009	2,90	0,0673
Rec. x cloruro de calcio	0,0004	3	0,0001	0,49	0,6951
Error	0,0049	16	0,0003		
Total	0,0080	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,85	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,84	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,86	6	0,01	A
1,0	0,85	6	0,01	A
0,0	0,83	6	0,01	A
0,5	0,83	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,86	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,85	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,85	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,85	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,84	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,84	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,83	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,83	3	0,01	A

## DÍA SIETE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0002	1	0,0002	0,84	0,3717
Cloruro de calcio (%)..	0,0015	3	0,0005	2,04	0,1488
Rec. x cloruro de calcio	0,0002	3	0,0001	0,34	0,7974
Error	0,0039	16	0,0002		
Total	0,0058	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,82	12	0,00	A
Sin recubrimiento	0,81	12	0,00	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,82	6	0,01	A
1,0	0,82	6	0,01	A
0,5	0,81	6	0,01	A
0,0	0,80	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,82	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,82	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,82	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,82	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,82	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,81	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,80	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,80	3	0,01	A

## DÍA OCHO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0001	1	0,0001	0,52	0,4805
Cloruro de calcio (%)..	0,0016	3	0,0005	1,89	0,1714
Rec. x cloruro de calcio	0,0001	3	0,0001	0,17	0,9125
Error	0,0046	16	0,0003		
Total	0,0065	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,79	12	0,00	A
Con recubrimiento	0,79	12	0,00	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,80	6	0,01	A
1,0	0,80	6	0,01	A
0,5	0,79	6	0,01	A
0,0	0,78	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,5	0,81	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,5	0,80	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,80	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,79	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,79	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,78	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,78	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,78	3	0,01	A

## DÍA NUEVE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0030	1	0,0030	1,48	0,2407
Cloruro de calcio (%)..	0,0019	3	0,0006	0,31	0,8167
Rec. x cloruro de calcio	0,0006	3	0,0002	0,10	0,9590
Error	0,0327	16	0,0020		
Total	0,0383	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,76	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,74	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,76	6	0,02	A
1,0	0,76	6	0,02	A
0,5	0,75	6	0,02	A
0,0	0,74	6	0,02	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,77	3	0,03	A
Con recubrimiento	1,0	0,77	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,0	0,76	3	0,03	A
Con recubrimiento	0,5	0,76	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,0	0,76	3	0,03	A
Sin recubrimiento	1,5	0,75	3	0,03	A
Sin recubrimiento	0,5	0,73	3	0,03	A
Sin recubrimiento	0,0	0,72	3	0,03	A

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0003	1	0,0003	0,63	0,4377
Cloruro de calcio (%)..	0,0024	3	0,0008	1,93	0,1659
Rec. x cloruro de calcio	0,0007	3	0,0002	0,55	0,6525
Error	0,0067	16	0,0004		
Total	0,0101	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	0,69	12	0,01	A
Sin recubrimiento	0,68	12	0,01	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	0,70	6	0,01	A
1,0	0,69	6	0,01	A
0,5	0,69	6	0,01	A
0,0	0,67	6	0,01	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	0,71	3	0,01	A
Con recubrimiento	1,0	0,69	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,5	0,69	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,5	0,69	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,5	0,68	3	0,01	A
Sin recubrimiento	1,0	0,68	3	0,01	A
Sin recubrimiento	0,0	0,68	3	0,01	A
Con recubrimiento	0,0	0,67	3	0,01	A

**Anexo 4. Análisis estadístico de la pérdida de peso (%) de las fresas empleadas durante el experimento.**

## DÍA UNO



**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	1,7550	1	1,7550	153,22	<0,0001
Cloruro de calcio (%).	0,0904	3	0,0301	2,63	0,0855
Recbm. x cloruro de calcio	0,0309	3	0,0103	0,90	0,4634
Error	0,1833	16	0,0115		
Total	2,0596	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,39	12	0,03	A
Con recubrimiento	0,84	12	0,03	B

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	1,21	6	0,04	A
0,0	1,13	6	0,04	A
1,0	1,07	6	0,04	A
1,5	1,05	6	0,04	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	1,52	3	0,06	A
Sin recubrimiento	1,0	1,36	3	0,06	A
Sin recubrimiento	0,0	1,35	3	0,06	A
Sin recubrimiento	1,5	1,30	3	0,06	A
Con recubrimiento	0,0	0,91	3	0,06	B
Con recubrimiento	0,5	0,89	3	0,06	B
Con recubrimiento	1,5	0,80	3	0,06	B
Con recubrimiento	1,0	0,77	3	0,06	B

**DÍA DOS****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Recubrimiento	8,9060	1	8,9060	69,74	0,0000
Cloruro de calcio (%)..	0,0867	3	0,0289	0,23	0,8766
Rec. x cloruro de calcio	0,0250	3	0,0083	0,07	0,9775
Error	2,0433	16	0,1277		
Total	11,0610	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	2,89	12	0,10	A
Con recubrimiento	1,67	12	0,10	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	2,34	6	0,15	A
0,0	2,33	6	0,15	A
1,0	2,27	6	0,15	A
1,5	2,19	6	0,15	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	2,93	3	0,21	A
Sin recubrimiento	1,0	2,90	3	0,21	A
Sin recubrimiento	0,0	2,89	3	0,21	A
Sin recubrimiento	1,5	2,83	3	0,21	A
Con recubrimiento	0,0	1,76	3	0,21	B
Con recubrimiento	0,5	1,75	3	0,21	B
Con recubrimiento	1,0	1,63	3	0,21	B
Con recubrimiento	1,5	1,55	3	0,21	B

## DÍA TRES

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	29,0840	1	29,0840	154,38	0,0000
Cloruro de calcio (%)..	0,3414	3	0,1138	0,60	0,6218
Rec. x cloruro de calcio	0,1025	3	0,0342	0,18	0,9075
Error	3,0143	16	0,1884		
Total	32,5422	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	5,12	12	0,13	A
Con recubrimiento	2,92	12	0,13	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	4,22	6	0,18	A
0,5	3,98	6	0,18	A
1,0	3,96	6	0,18	A
1,5	3,91	6	0,18	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	5,35	3	0,25	A
Sin recubrimiento	1,0	5,12	3	0,25	A
Sin recubrimiento	0,5	5,10	3	0,25	A
Sin recubrimiento	1,5	4,90	3	0,25	A
Con recubrimiento	0,0	3,09	3	0,25	B
Con recubrimiento	1,5	2,91	3	0,25	B
Con recubrimiento	0,5	2,87	3	0,25	B
Con recubrimiento	1,0	2,79	3	0,25	B

## DÍA CUATRO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	75,8637	1	75,8637	222,83	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	0,8342	3	0,2781	0,82	0,5033
Rec. x cloruro de calcio	0,0334	3	0,0111	0,03	0,9917
Error	5,4472	16	0,3405		
Total	82,1786	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7,67	12	0,17	A
Con recubrimiento	4,11	12	0,17	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	6,21	6	0,24	A
0,5	5,82	6	0,24	A
1,5	5,80	6	0,24	A
1,0	5,73	6	0,24	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	7,94	3	0,34	A
Sin recubrimiento	0,5	7,64	3	0,34	A
Sin recubrimiento	1,5	7,61	3	0,34	A
Sin recubrimiento	1,0	7,47	3	0,34	A
Con recubrimiento	0,0	4,47	3	0,34	B
Con recubrimiento	0,5	4,01	3	0,34	B
Con recubrimiento	1,5	3,98	3	0,34	B
Con recubrimiento	1,0	3,98	3	0,34	B

## DÍA CINCO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	157,6963	1	157,6963	175,66	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	2,8509	3	0,9503	1,06	0,3941
Rec. x cloruro de calcio	0,3204	3	0,1068	0,12	0,9476
Error	14,3636	16	0,8977		
Total	175,2311	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	10,65	12	0,27	A
Con recubrimiento	5,53	12	0,27	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	8,66	6	0,39	A
0,5	8,03	6	0,39	A
1,0	7,93	6	0,39	A
1,5	7,74	6	0,39	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	11,06	3	0,55	A
Sin recubrimiento	1,0	10,61	3	0,55	A
Sin recubrimiento	0,5	10,54	3	0,55	A
Sin recubrimiento	1,5	10,41	3	0,55	A
Con recubrimiento	0,0	6,26	3	0,55	B
Con recubrimiento	0,5	5,53	3	0,55	B
Con recubrimiento	1,0	5,26	3	0,55	B
Con recubrimiento	1,5	5,07	3	0,55	B

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	207,0938	1	207,0938	131,67	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	2,5118	3	0,8373	0,53	0,6666
Rec. x cloruro de calcio	2,1703	3	0,7234	0,46	0,7141
Error	25,1660	16	1,5729		
Total	236,9418	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	13,18	12	0,36	A
Con recubrimiento	7,31	12	0,36	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	10,73	6	0,51	A
0,5	10,35	6	0,51	A
1,0	10,00	6	0,51	A
1,5	9,90	6	0,51	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	13,29	3	0,72	A
Sin recubrimiento	1,0	13,27	3	0,72	A
Sin recubrimiento	1,5	13,10	3	0,72	A
Sin recubrimiento	0,5	13,07	3	0,72	A
Con recubrimiento	0,0	8,16	3	0,72	B
Con recubrimiento	0,5	7,63	3	0,72	B
Con recubrimiento	1,0	6,74	3	0,72	B
Con recubrimiento	1,5	6,70	3	0,72	B

## DÍA SIETE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	336,23	1	336,2262	130,86	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	3,91	3	1,3048	0,51	0,6825
Rec. x cloruro de calcio	1,76	3	0,5856	0,23	0,8756
Error	41,11	16	2,5694		
Total	383,01	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	16,50	12	0,46	A
Con recubrimiento	9,01	12	0,46	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	13,42	6	0,65	A
0,5	12,75	6	0,65	A
1,5	12,43	6	0,65	A
1,0	12,43	6	0,65	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	16,81	3	0,93	A
Sin recubrimiento	1,0	16,48	3	0,93	A
Sin recubrimiento	1,5	16,38	3	0,93	A
Sin recubrimiento	0,5	16,32	3	0,93	A
Con recubrimiento	0,0	10,03	3	0,93	B
Con recubrimiento	0,5	9,17	3	0,93	B
Con recubrimiento	1,5	8,48	3	0,93	B
Con recubrimiento	1,0	8,37	3	0,93	B

## DÍA OCHO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	462,62	1	462,6182	178,05	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	3,10	3	1,0339	0,40	0,7563
Rec. x cloruro de calcio	1,10	3	0,3655	0,14	0,9341
Error	41,57	16	2,5983		
Total	508,39	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	19,59	12	0,47	A
Con recubrimiento	10,81	12	0,47	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	15,82	6	0,66	A
1,5	15,06	6	0,66	A
0,5	14,98	6	0,66	A
1,0	14,95	6	0,66	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	20,26	3	0,93	A
Sin recubrimiento	1,5	19,64	3	0,93	A
Sin recubrimiento	1,0	19,46	3	0,93	A
Sin recubrimiento	0,5	19,01	3	0,93	A
Con recubrimiento	0,0	11,38	3	0,93	B
Con recubrimiento	0,5	10,95	3	0,93	B
Con recubrimiento	1,5	10,48	3	0,93	B
Con recubrimiento	1,0	10,44	3	0,93	B

## DÍA NUEVE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA



F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	691,23	1	691,2267	293,41	<0,0001
Cloruro de calcio (%)..	0,56	3	0,1860	0,08	0,9705
Rec. x cloruro de calcio	0,51	3	0,1691	0,07	0,9742
Error	37,69	16	2,3558		
Total	729,99	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	23,70	12	0,44	A
Con recubrimiento	12,97	12	0,44	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	18,52	6	0,63	A
0,0	18,45	6	0,63	A
1,5	18,22	6	0,63	A
0,5	18,16	6	0,63	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,0	23,99	3	0,89	A
Sin recubrimiento	0,0	23,95	3	0,89	A
Sin recubrimiento	1,5	23,59	3	0,89	A
Sin recubrimiento	0,5	23,28	3	0,89	A
Con recubrimiento	1,0	13,04	3	0,89	B
Con recubrimiento	0,5	13,03	3	0,89	B
Con recubrimiento	0,0	12,96	3	0,89	B
Con recubrimiento	1,5	12,85	3	0,89	B

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	1128,47	1	1128,47	242,09	0,0000
Cloruro de calcio (%).	5,21	3	1,74	0,37	0,7738
Recbm. x cloruro de calcio	3,45	3	1,15	0,25	0,8622
Error	74,58	16	4,66		
Total	1211,72	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	28,80	12	0,62	A
Con recubrimiento	15,08	12	0,62	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	22,69	6	0,88	A
1,0	21,84	6	0,88	A
0,0	21,83	6	0,88	A
1,5	21,41	6	0,88	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	30,09	3	1,25	A
Sin recubrimiento	1,0	28,86	3	1,25	A
Sin recubrimiento	0,0	28,34	3	1,25	A
Sin recubrimiento	1,5	27,90	3	1,25	A
Con recubrimiento	0,0	15,32	3	1,25	B
Con recubrimiento	0,5	15,29	3	1,25	B
Con recubrimiento	1,5	14,92	3	1,25	B
Con recubrimiento	1,0	14,81	3	1,25	B

**Anexo 5. Análisis estadístico la firmeza de las fresas empleadas durante el experimento.**

## DÍA CERO

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,00454	1	0,0045	0,75	0,3993
Cloruro de calcio (%)	0,00958	3	0,0032	0,53	0,6695
Rec. x cloruro de calcio	0,00555	3	0,0018	0,31	0,8210
Error	0,09680	16	0,0061		
Total	0,11646	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	12,15	12	0,02	A
Con recubrimiento	12,13	12	0,02	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	12,17	6	0,03	A
1,0	12,14	6	0,03	A
0,0	12,14	6	0,03	A
1,5	12,12	6	0,03	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	12,21	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,0	12,14	3	0,04	A
Sin recubrimiento	0,0	12,14	3	0,04	A
Sin recubrimiento	1,5	12,14	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,0	12,14	3	0,04	A
Con recubrimiento	0,5	12,14	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,0	12,14	3	0,04	A
Con recubrimiento	1,5	12,10	3	0,04	A

**DÍA UNO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Recubrimiento	0,1426	1	0,1426	1,35	0,2616
Cloruro de calcio (%)	0,0527	3	0,0176	0,17	0,9172
Rec. x cloruro de calcio	0,0171	3	0,0057	0,05	0,9828
Error	1,6846	16	0,1053		
Total	1,8970	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	11,86	12	0,09	A
Sin recubrimiento	11,71	12	0,09	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	11,86	6	0,13	A
0,5	11,77	6	0,13	A
1,0	11,77	6	0,13	A
0,0	11,73	6	0,13	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	11,95	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,5	11,88	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,0	11,81	3	0,19	A
Con recubrimiento	1,0	11,81	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,5	11,77	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,0	11,73	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,5	11,66	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,0	11,66	3	0,19	A

## DÍA DOS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,0704	1	0,0704	0,50	0,4903
Cloruro de calcio (%)	0,0966	3	0,0322	0,23	0,8755
Rec. x cloruro de calcio	0,0271	3	0,0090	0,06	0,9781
Error	2,2598	16	0,1412		
Total	2,4540	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	11,58	12	0,11	A
Sin recubrimiento	11,47	12	0,11	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	11,63	6	0,15	A
1,0	11,53	6	0,15	A
0,0	11,48	6	0,15	A
0,5	11,46	6	0,15	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	11,73		0,22	A
Con recubrimiento	1,0	11,59	3	0,22	A
Sin recubrimiento	1,5	11,52	3	0,22	A
Con recubrimiento	0,0	11,52	3	0,22	A
Con recubrimiento	0,5	11,48	3	0,22	A
Sin recubrimiento	1,0	11,48	3	0,22	A
Sin recubrimiento	0,5	11,44	3	0,22	A
Sin recubrimiento	0,0	11,44	3	0,22	A

## DÍA TRES

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,2166	1	0,2166	1,16	0,2978
Cloruro de calcio (%)	0,0564	3	0,0188	0,10	0,9585
Rec. x cloruro de calcio	0,0051	3	0,0017	0,01	0,9988
Error	2,9918	16	0,1870		
Total	3,2699	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	11,51	12	0,12	A
Sin recubrimiento	11,32	12	0,12	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	11,46	6	0,18	A
1,5	11,45	6	0,18	A
0,5	11,41	6	0,18	A
0,0	11,34	6	0,18	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,0	11,55	3	0,25	A
Con recubrimiento	1,5	11,55	3	0,25	A
Con recubrimiento	0,5	11,52	3	0,25	A
Con recubrimiento	0,0	11,41	3	0,25	A
Sin recubrimiento	1,0	11,37	3	0,25	A
Sin recubrimiento	1,5	11,34	3	0,25	A
Sin recubrimiento	0,5	11,30	3	0,25	A
Sin recubrimiento	0,0	11,26	3	0,25	A

## DÍA CUATRO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,1617	1	0,1617	1,6774	0,2136
Cloruro de calcio (%)	0,1265	3	0,0422	0,4376	0,7292
Rec. x cloruro de calcio	0,0018	3	0,0006	0,0064	0,9993
Error	1,5424	16	0,0964		
Total	1,8325	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	11,04	12	0,09	A
Sin recubrimiento	10,88	12	0,09	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	11,04	6	0,13	A
1,0	11,03	6	0,13	A
0,5	10,90	6	0,13	A
0,0	10,88	6	0,13	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	11,12	3	0,18	A
Con recubrimiento	1,0	11,12	3	0,18	A
Con recubrimiento	0,5	10,97	3	0,18	A
Con recubrimiento	0,0	10,97	3	0,18	A
Sin recubrimiento	1,5	10,97	3	0,18	A
Sin recubrimiento	1,0	10,94	3	0,18	A
Sin recubrimiento	0,5	10,83	3	0,18	A
Sin recubrimiento	0,0	10,79	3	0,18	A

## DÍA CINCO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,4510	1	0,4510	10,51	0,0051
Cloruro de calcio (%)	0,2332	3	0,0777	1,81	0,1856
Rec. x cloruro de calcio	0,0737	3	0,0246	0,57	0,6411
Error	0,6865	16	0,0429		
Total	1,4444	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	10,79	12	0,06	A
Sin recubrimiento	10,52	12	0,06	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	10,79	6	0,08	A
1,0	10,70	6	0,08	A
0,5	10,59	6	0,08	A
0,0	10,53	6	0,08	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	10,97	3	0,12	A
Con recubrimiento	1,0	10,90	3	0,12	A
Con recubrimiento	0,5	10,68	3	0,12	A
Sin recubrimiento	1,5	10,61	3	0,12	A
Con recubrimiento	0,0	10,61	3	0,12	A
Sin recubrimiento	1,0	10,50	3	0,12	A
Sin recubrimiento	0,5	10,50	3	0,12	A
Sin recubrimiento	0,0	10,46	3	0,12	A
Con recubrimiento	1,5	10,97	3	0,12	A

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA



F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	1,1882	1	1,1882	11,01	0,0044
Cloruro de calcio (%)	0,1744	3	0,0581	0,54	0,6628
Rec. x cloruro de calcio	0,0089	3	0,0030	0,03	0,9936
Error	1,7273	16	0,1080		
Total	3,0988	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	10,62	12	0,09	A
Sin recubrimiento	10,18	12	0,09	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	10,51	6	0,13	A
1,0	10,43	6	0,13	A
0,5	10,39	6	0,13	A
0,0	10,27	6	0,13	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	10,72	3	0,19	A
Con recubrimiento	1,0	10,69	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,5	10,61	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,0	10,47	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,5	10,29	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,0	10,18	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,5	10,18	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,0	10,07	3	0,19	A

## DÍA SIETE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,3298	7	0,3328	3,04	0,0312
Recubrimiento	1,5811	1	1,5811	14,43	0,0016
Cloruro de calcio (%)	0,6722	3	0,2240	2,04	0,1482
Rec. x cloruro de calcio	0,0766	3	0,0255	0,23	0,8720
Error	1,7535	16	0,1096		
Total	4,0834	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	10,20	12	0,10	A
Sin recubrimiento	9,68	12	0,10	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	10,16	6	0,14	A
1,0	10,01	6	0,14	A
0,5	9,88	6	0,14	A
0,0	9,70	6	0,14	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	10,32	3	0,19	A
Con recubrimiento	1,0	10,32	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,5	10,18	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,5	9,99	3	0,19	A
Con recubrimiento	0,0	9,96	3	0,19	A
Sin recubrimiento	1,0	9,70	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,5	9,59	3	0,19	A
Sin recubrimiento	0,0	9,45	3	0,19	A

## DÍA OCHO

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,8740	1	0,8740	10,82	0,0046
Cloruro de calcio (%)	0,5472	3	0,1824	2,26	0,1210
Rec. x cloruro de calcio	0,0406	3	0,0135	0,17	0,9169
Error	1,2925	16	0,0808		
Total	2,7542	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	9,16	12	0,08	A
Sin recubrimiento	8,78	12	0,08	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	9,15	6	0,12	A
1,0	9,06	6	0,12	A
0,5	8,92	6	0,12	A
0,0	8,76	6	0,12	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	9,41	3	0,16	A
Con recubrimiento	1,0	9,26	3	0,16	A
Con recubrimiento	0,5	9,08	3	0,16	A
Sin recubrimiento	1,5	8,90	3	0,16	A
Con recubrimiento	0,0	8,90	3	0,16	A
Sin recubrimiento	1,0	8,86	3	0,16	A
Sin recubrimiento	0,5	8,75	3	0,16	A
Sin recubrimiento	0,0	8,61	3	0,16	A

## DÍA NUEVE

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,7420	1	0,7420	4,59	0,0479
Cloruro de calcio (%)	0,1321	3	0,0440	0,27	0,8443
Rec. x cloruro de calcio	0,0133	3	0,0044	0,03	0,9936
Error	2,5861	16	0,1616		
Total	3,4736	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	8,46	12	0,12	A
Sin recubrimiento	8,10	12	0,12	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	8,34	6	0,16	A
1,0	8,34	6	0,16	A
0,5	8,28	6	0,16	A
0,0	8,16	6	0,16	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	8,54	3	0,23	A
Con recubrimiento	1,0	8,54	3	0,23	A
Con recubrimiento	0,5	8,43	3	0,23	A
Con recubrimiento	0,0	8,32	3	0,23	A
Sin recubrimiento	1,0	8,14	3	0,23	A
Sin recubrimiento	0,5	8,14	3	0,23	A
Sin recubrimiento	1,5	8,14	3	0,23	A
Sin recubrimiento	0,0	7,99	3	0,23	A

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,7038	1	0,7038	28,88	0,0001
Cloruro de calcio (%)	0,2782	3	0,0927	3,81	0,0311
Rec. x cloruro de calcio	0,0236	3	0,0079	0,32	0,8090
Error	0,3899	16	0,0244		
Total	1,3956	23			

## B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

### Factor A (Recubrimiento)

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	7,97	12	0,05	A
Sin recubrimiento	7,62	12	0,05	B

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	7,90	6	0,06	A
1,0	7,88	6	0,06	AB
0,5	7,76	6	0,06	AB
0,0	7,64	6	0,06	B

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	8,07	3	0,09	A
Con recubrimiento	1,0	8,07	3	0,09	A
Con recubrimiento	0,5	7,88	3	0,09	A
Con recubrimiento	0,0	7,85	3	0,09	AB
Sin recubrimiento	1,5	7,74	3	0,09	AB
Sin recubrimiento	1,0	7,70	3	0,09	AB
Sin recubrimiento	0,5	7,63	3	0,09	AB
Sin recubrimiento	0,0	7,42	3	0,09	B

**Anexo 6. Análisis estadístico de mohos y levaduras (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.**

### DÍA CERO

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	11,48	1	11,48	0,3333	0,5717
Cloruro de calcio (%)..	126,30	3	42,10	1,2222	0,3339
Rec. x cloruro de calcio	34,45	3	11,48	0,3333	0,8014
Error	551,12	16	34,45		
Total	723,35	23			

**ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,00	1	0,0037	0,3333	0,5717
Cloruro de calcio (%)	0,04	3	0,0138	1,2222	0,3339
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0037	0,3333	0,8014
Error	0,18	16	0,0112		
Total	0,24	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	19,47	12	1,69	A
Con recubrimiento	18,08	12	1,69	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	22,23	6	2,40	A
1,5	19,47	6	2,40	A
1,0	16,70	6	2,40	A
0,5	16,70	6	2,40	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,5	22,23	3	3,39	A
Con recubrimiento	0,0	22,23	3	3,39	A

Sin recubrimiento	0,0	22,23	3	3,39	A
Sin recubrimiento	0,5	16,70	3	3,39	A
Sin recubrimiento	1,0	16,70	3	3,39	A
Con recubrimiento	0,5	16,70	3	3,39	A
Con recubrimiento	1,0	16,70	3	3,39	A
Con recubrimiento	1,5	16,70	3	3,39	A

## **DÍA DOS**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	26720,03	1	26720,03	5,88	0,0275
Cloruro de calcio (%)..	13007,45	3	4335,82	0,95	0,4380
Rec. x cloruro de calcio	21364,52	3	7121,51	1,57	0,2361
Error	72686,37	16	4542,90		
Total	133778,36	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,48	1	0,4760	5,1795	0,0370
Cloruro de calcio (%)..	0,18	3	0,0611	0,6646	0,5858
Rec. x cloruro de calcio	0,42	3	0,1400	1,5235	0,2467
Error	1,47	16	0,0919		
Total	2,55	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	108,39	12	19,46	A
Con recubrimiento	41,66	12	19,46	B

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	113,98	6	27,52	A
0,0	71,30	6	27,52	A
0,5	60,20	6	27,52	A
1,5	54,62	6	27,52	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,0	113,98	6	27,52	A	1,0
0,0	71,30	6	27,52	A	0,0

0,5	60,20	6	27,52	A	0,5
1,5	54,62	6	27,52	A	1,5
1,0	113,98	6	27,52	A	1,0
0,0	71,30	6	27,52	A	0,0
0,5	60,20	6	27,52	A	0,5
1,5	54,62	6	27,52	A	1,5

## **DÍA CUATRO**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	120430	1	120430,8	26,89	0,0001
Cloruro de calcio (%)..	5836,67	3	1945,56	0,43	0,7314
Rec. x cloruro de calcio	417,50	3	139,17	0,03	0,9923
Error	71666,67	16	4479,17		
Total	198351,67	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,96	1	0,9600	28,2769	0,0001
Cloruro de calcio (%)	0,07	3	0,0245	0,7207	0,5541
Rec. x cloruro de calcio	0,02	3	0,0079	0,2317	0,8729
Error	0,54	16	0,0340		
Total	1,60	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	245,83	12	19,32	A
Con recubrimiento	104,16	12	19,32	B

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	200,00	6	27,32	A
0,5	175,00	6	27,32	A
1,0	166,67	6	27,32	A
1,5	158,32	6	27,32	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	266,67	3	38,64	A



Sin recubrimiento	0,5	250,00	3	38,64	A
Sin recubrimiento	1,0	233,33	3	38,64	A
Sin recubrimiento	1,5	233,33	3	38,64	A
Con recubrimiento	0,0	133,33	3	38,64	A
Con recubrimiento	0,5	100,00	3	38,64	A
Con recubrimiento	1,0	100,00	3	38,64	A
Con recubrimiento	1,5	83,30	3	38,64	A

## **DÍA SEIS**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	113437,5	1	113437	26,56	0,0001
Cloruro de calcio (%)	5312,50	3	1770	0,41	0,7448
Rec. x cloruro de calcio	312,50	3	104	0,02	0,9946
Error	68333,33	16	4270		
Total	187395,8	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,33	1	0,3267	17,8832	0,0006
Cloruro de calcio (%)	0,03	3	0,0090	0,4927	0,6923
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0028	0,1533	0,9260
Error	0,29	16	0,0183		
Total	0,65	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	354,17	12	18,87	A
Con recubrimiento	216,67	12	18,87	B

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	300,00	6	26,68	A
0,0	300,00	6	26,68	A
1,0	275,00	6	26,68	A
1,5	266,67	6	26,68	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	366,67	3	37,73	A

Sin recubrimiento	0,5	366,67	3	37,73	A
Sin recubrimiento	1,0	350,00	3	37,73	A
Sin recubrimiento	1,5	333,33	3	37,73	A
Con recubrimiento	0,0	233,33	3	37,73	A
Con recubrimiento	0,5	233,33	3	37,73	A
Con recubrimiento	1,5	200,00	3	37,73	A
Con recubrimiento	1,0	200,00	3	37,73	A

## **DÍA OCHO**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	788437	1	788437	19,31	0,0005
Cloruro de calcio (%)	31145	3	10381	0,25	0,8572
Rec. x cloruro de calcio	4479	3	1493	0,04	0,9903
Error	653333	16	40833		
Total	1477395	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,48	1	0,4760	29,9774	0,0001
Cloruro de calcio (%)	0,03	3	0,0111	0,6983	0,5666
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0023	0,1466	0,9304
Error	0,25	16	0,0159		
Total	0,77	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	745,83	12	58,33	A
Con recubrimiento	383,33	12	58,33	B

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	608,33	6	82,50	A
0,5	591,67	6	82,50	A
1,0	533,33	6	82,50	A
1,5	525,00	6	82,50	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,5	783,33	3	116,67	A

Sin recubrimiento	0,0	766,67	3	116,67	A
Sin recubrimiento	1,0	716,67	3	116,67	A
Sin recubrimiento	1,5	716,67	3	116,67	A
Con recubrimiento	0,0	450,00	3	116,67	A
Con recubrimiento	0,5	400,00	3	116,67	A
Con recubrimiento	1,0	350,00	3	116,67	A
Con recubrimiento	1,5	333,33	3	116,67	A

## **DÍA DIEZ**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	121500000	1	121500000	70,69	0,0000
Cloruro de calcio (%)	4083333	3	1361111	0,79	0,5160
Rec. x cloruro de calcio	1250000	3	416666	0,24	0,8655
Error	27500000	16	1718750		
Total	154333333	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	1,03	1	1,0251	34,7972	0,0000
Cloruro de calcio (%)..	0,07	3	0,0241	0,8181	0,5026
Rec. x cloruro de calcio	0,04	3	0,0145	0,4915	0,6932
Error	0,47	16	0,0295		
Total	1,61	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7833,33	12	378,46	A
Con recubrimiento	3333,33	12	378,46	B

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	6166,67	6	535,22	A
0,5	5750,00	6	535,22	A
1,0	5333,33	6	535,22	A
1,5	5083,33	6	535,22	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
-----------------------------	-----------------------	--------	---	------	------------

Sin recubrimiento	0,0	8166,67	3	756,91	A
Sin recubrimiento	0,5	7833,33	3	756,91	AB
Sin recubrimiento	1,5	7666,67	3	756,91	AB
Sin recubrimiento	1,0	7666,67	3	756,91	AB
Con recubrimiento	0,0	4166,67	3	756,91	B
Con recubrimiento	0,5	3666,67	3	756,91	C
Con recubrimiento	1,0	3000,00	3	756,91	C
Con recubrimiento	1,5	2500,00	3	756,91	C
Sin recubrimiento	0,0	8166,67	3	756,91	C

**Anexo 7. Análisis estadístico de mesófilos aerobios (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.**

**DÍA CERO**

**A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	45,93	1	45,93	2,00	0,1765
Cloruro de calcio (%)..	45,93	3	15,31	0,67	0,5847
Rec. x cloruro de calcio	45,93	3	15,31	0,67	0,5847
Error	367,41	16	22,96		
Total	505,19	23			

**ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,01	1	0,0150	2,0000	0,1765
Cloruro de calcio (%)..	0,01	3	0,0050	0,6667	0,5847
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0050	0,6667	0,5847
Error	0,12	16	0,0075		
Total	0,17	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	19,47	12	1,38	A
Con recubrimiento	16,70	12	1,38	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	19,47	6	1,96	A
1,5	19,47	6	1,96	A
1,0	16,70	6	1,96	A
0,5	16,70	6	1,96	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,5	22,23	3	2,77	A

Sin recubrimiento	0,0	22,23	3	2,77	A
Sin recubrimiento	0,5	16,70	3	2,77	A
Sin recubrimiento	1,0	16,70	3	2,77	A
Con recubrimiento	0,0	16,70	3	2,77	A
Con recubrimiento	0,5	16,70	3	2,77	A
Con recubrimiento	1,0	16,70	3	2,77	A
Con recubrimiento	1,5	16,70	3	2,77	A

## **DÍA DOS**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	3346,48	1	3346,48	4,32	0,0542
Cloruro de calcio (%)	1883,98	3	627,99	0,81	0,5067
Rec. x cloruro de calcio	5311,67	3	1770,56	2,28	0,1181
Error	12404,82	16	775,30		
Total	22946,95	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,07	1	0,0683	4,1374	0,0589
Cloruro de calcio (%)	0,04	3	0,0120	0,7300	0,5490
Rec. x cloruro de calcio	0,12	3	0,0392	2,3785	0,1080
Error	0,26	16	0,0165		
Total	0,49	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	97,22	12	8,04	A
Con recubrimiento	73,61	12	8,04	A

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	97,22	6	11,37	A
1,5	86,12	6	11,37	A
0,5	86,10	6	11,37	A
1,0	72,23	6	11,37	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
-----------------------------	-----------------------	--------	---	------	------------

Sin recubrimiento	0,0	133,33	3	16,08	A
Sin recubrimiento	1,5	88,90	3	16,08	A
Con recubrimiento	0,5	88,87	3	16,08	A
Sin recubrimiento	0,5	83,33	3	16,08	A
Sin recubrimiento	1,0	83,33	3	16,08	A
Con recubrimiento	1,5	83,33	3	16,08	A
Con recubrimiento	1,0	61,13	3	16,08	A
Con recubrimiento	0,0	61,10	3	16,08	A

## **DÍA CUATRO**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	6666,67	1	6666,67	2,56	0,1292
Cloruro de calcio (%)	15000,00	3	5000,00	1,92	0,1670
Rec. x cloruro de calcio	1666,67	3	555,56	0,21	0,8857
Error	41666,67	16	2604,17		
Total	65000,00	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,10	1	0,1040	3,0759	0,0986
Cloruro de calcio (%)	0,11	3	0,0377	1,1163	0,3717
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0017	0,0517	0,9839
Error	0,54	16	0,0338		
Total	0,76	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	166,67	12	14,73	A
Con recubrimiento	133,33	12	14,73	A

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
-----------------------	--------	---	------	------------

0,0	191,67	6	20,83	A
1,5	141,67	6	20,83	A
0,5	141,67	6	20,83	A
1,0	125,00	6	20,83	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	216,67	3	29,46	A
Con recubrimiento	0,0	166,67	3	29,46	A
Sin recubrimiento	0,5	150,00	3	29,46	A
Sin recubrimiento	1,0	150,00	3	29,46	A
Sin recubrimiento	1,5	150,00	3	29,46	A
Con recubrimiento	1,5	133,33	3	29,46	A
Con recubrimiento	0,5	133,33	3	29,46	A
Con recubrimiento	1,0	100,00	3	29,46	A

## DÍA SEIS

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	60000,00	1	60000,00	1,80	0,1984
Cloruro de calcio (%)..	12500,00	3	4166,67	0,13	0,9439
Rec. x cloruro de calcio	2500,00	3	833,33	0,03	0,9944
Error	533333,33	16	33333,33		
Total	608333,33	23			

### ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,10	1	0,0988	1,0378	0,3235
Cloruro de calcio (%)..	0,03	3	0,0105	0,1104	0,9527
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0043	0,0446	0,9870
Error	1,52	16	0,0952		
Total	1,67	23			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%



**Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	383,33	12	52,70	A
Con recubrimiento	283,33	12	52,70	A

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	366,67	6	74,54	A
0,5	341,67	6	74,54	A
1,0	316,67	6	74,54	A
1,5	308,33	6	74,54	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	433,33	3	105,41	A
Sin recubrimiento	0,5	383,33	3	105,41	A
Sin recubrimiento	1,0	366,67	3	105,41	A
Sin recubrimiento	1,5	350,00	3	105,41	A
Con recubrimiento	0,0	300,00	3	105,41	A
Con recubrimiento	0,5	300,00	3	105,41	A
Con recubrimiento	1,5	266,67	3	105,41	A
Con recubrimiento	1,0	266,67	3	105,41	A

**DÍA OCHO****A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	20416,67	1	20416,67	0,60	0,4508
Cloruro de calcio (%)..	57916,67	3	19305,56	0,57	0,6459
Rec. x cloruro de calcio	1250,00	3	416,67	0,01	0,9981
Error	546666,67	16	34166,67		
Total	626250,00	23			

**ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,04	1	0,0433	0,7434	0,4013
Cloruro de calcio (%)..	0,10	3	0,0346	0,5931	0,6285
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0017	0,0294	0,9929
Error	0,93	16	0,0583		
Total	1,09	23			

**B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%****Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
-----------------------------	--------	---	------	------------

Sin recubrimiento	441,67	12	53,36	A
Con recubrimiento	383,33	12	53,36	A

### Factor B (Cloruro de calcio)

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,5	458,33	6	75,46	A
0,0	458,33	6	75,46	A
1,0	391,67	6	75,46	A
1,5	341,67	6	75,46	A

### Interacción (A\*B)

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	0,0	500,00	3	106,72	A
Sin recubrimiento	0,5	483,33	3	106,72	A
Con recubrimiento	0,5	433,33	3	106,72	A
Sin recubrimiento	1,0	416,67	3	106,72	A
Con recubrimiento	0,0	416,67	3	106,72	A
Sin recubrimiento	1,5	366,67	3	106,72	A
Con recubrimiento	1,0	366,67	3	106,72	A
Con recubrimiento	1,5	316,67	3	106,72	A
Sin recubrimiento	0,0	500,00	3	106,72	A

## DÍA DIEZ

### A. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	17510416	1	17510416	19,78	0,0004
Cloruro de calcio (%)..	4031250	3	1343750	1,52	0,2482
Rec. x cloruro de calcio	1531250	3	510416	0,58	0,6388
Error	14166666	16	885416		
Total	37239583	23			

### ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,09	1	0,0925	17,5225	0,0007
Cloruro de calcio (%)	0,03	3	0,0086	1,6277	0,2224
Rec. x cloruro de calcio	0,01	3	0,0041	0,7732	0,5258
Error	0,08	16	0,0053		
Total	0,21	23			

### B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%

**Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	7208,33	12	271,63	A
Con recubrimiento	5500,00	12	271,63	B

**Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	6750,00	6	384,15	A
1,0	6500,00	6	384,15	A
0,5	6500,00	6	384,15	A
1,5	5666,67	6	384,15	A

**Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,0	7500,00	3	543,27	A
Sin recubrimiento	0,0	7500,00	3	543,27	A
Sin recubrimiento	0,5	7000,00	3	543,27	AB
Sin recubrimiento	1,5	6833,33	3	543,27	AB
Con recubrimiento	0,0	6000,00	3	543,27	AB
Con recubrimiento	0,5	6000,00	3	543,27	AB
Con recubrimiento	1,0	5500,00	3	543,27	AB
Con recubrimiento	1,5	4500,00	3	543,27	B

**Anexo 8. Análisis estadístico de coliformes totales (UFC/g) de las fresas empleadas durante el experimento.**

## **DÍA CERO**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	11,62	1	11,62	0,13	0,7271
Cloruro de calcio (%)	310,70	3	103,57	1,12	0,3688
Rec. x cloruro de calcio	126,71	3	42,24	0,46	0,7151
Error	1474,09	16	92,13		

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,00	1	0,0014	0,0549	0,8178
Cloruro de calcio (%)	0,09	3	0,0294	1,1931	0,3439
Rec. x cloruro de calcio	0,03	3	0,0114	0,4614	0,7131
Error	0,39	16	0,0246		

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	22,24	12	2,77	A
Con recubrimiento	20,85	12	2,77	A

#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
1,5	25,02	6	3,92	A
0,0	25,00	6	3,92	A
0,5	19,47	6	3,92	A
1,0	16,70	6	3,92	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	1,5	27,80	3	5,54	A
Sin recubrimiento	0,0	27,77	3	5,54	A
Con recubrimiento	1,5	22,23	3	5,54	A
Con recubrimiento	0,5	22,23	3	5,54	A
Con recubrimiento	0,0	22,23	3	5,54	A
Sin recubrimiento	1,0	16,70	3	5,54	A
Sin recubrimiento	0,5	16,70	3	5,54	A
Con recubrimiento	1,0	16,70	3	5,54	A

## **DÍA DIEZ**

### **A. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	3160,21	1	316	0,02	0,8890
Cloruro de calcio (%)..	281288,38	3	93762	0,60	0,6266
Rec. x cloruro de calcio	763965,91	3	254655	1,62	0,2244
Error	2516554,77	16	157284		
Total	3564969,28	23			

### **ANÁLISIS DE VARIANZA AJUSTADO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Recubrimiento	0,05	1	0,0451	0,3994	0,5363
Cloruro de calcio (%)..	0,18	3	0,0608	0,5390	0,6624
Rec. x cloruro de calcio	1,08	3	0,3589	3,1806	0,0526
Error	1,81	16	0,1128		
Total	3,11	23			

### **B. SEPARACIÓN DE MEDIAS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

#### **Factor A (Recubrimiento)**

Aplicación de recubrimiento	Medias	n	E.E.	Agrupación
Sin recubrimiento	470,58	12	114,49	A
Con recubrimiento	447,63	12	114,49	A

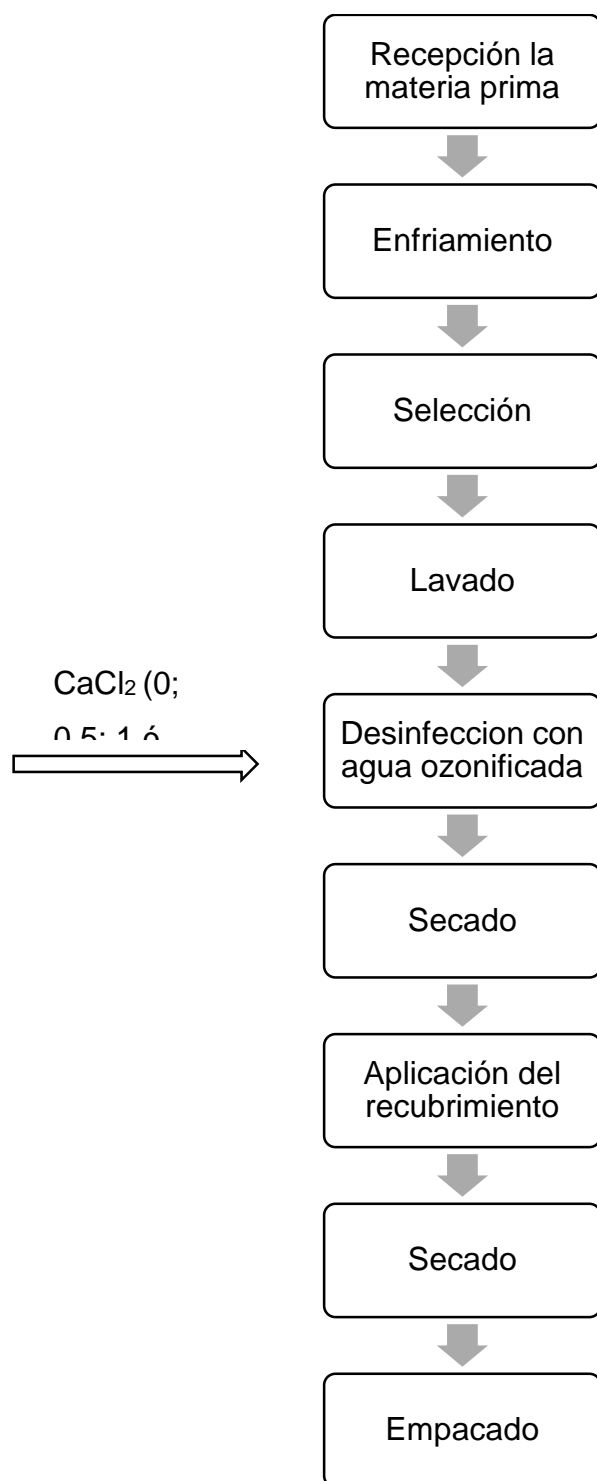
#### **Factor B (Cloruro de calcio)**

Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
0,0	639,00	6	161,91	A
1,5	448,83	6	161,91	A
1,0	378,17	6	161,91	A
0,5	370,43	6	161,91	A

#### **Interacción (A\*B)**

Aplicación de recubrimiento	Cloruro de Calcio (%)	Medias	n	E.E.	Agrupación
Con recubrimiento	1,5	710,00	3	228,97	A
Con recubrimiento	0,0	666,67	3	228,97	A
Sin recubrimiento	0,0	611,33	3	228,97	A
Sin recubrimiento	1,0	583,33	3	228,97	A
Sin recubrimiento	0,5	500,00	3	228,97	A
Con recubrimiento	0,5	240,87	3	228,97	A
Sin recubrimiento	1,5	187,67	3	228,97	A
Con recubrimiento	1,0	173,00	3	228,97	A
Con recubrimiento	1,5	710,00	3	228,97	A

**Anexo 9. Diagrama de flujo de la elaboración de fresas con inmersión en cloruro de calcio y aplicación de un recubrimiento comestible.**



<b>COSTO DE MATERIALES DIRECTOS</b>				
<b>RC + 0% CaCl<sub>2</sub></b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total año (\$)</b>
Fresa	300	kg	1,7143	132171,43
Agua destilada	70875	cc	0,0009	16393,39
Gelatina	2250	g	0,0145	8384,63
CMC	562,5	g	0,0120	1734,75
glicerina	562,5	g	0,0030	433,69
<b>Total</b>				<b>159117,88</b>
<b>RC + 0,5% CaCl<sub>2</sub></b>				
Fresa	300	kg	1,7143	132171,43
Agua destilada	70875	cc	0,0009	16393,39
Gelatina	2250	g	0,0145	8384,63
CMC	562,5	g	0,0120	1734,75
glicerina	562,5	g	0,0030	433,69
cloruro de calcio	37,5	g	0,1000	963,75
<b>Total</b>				<b>27910,20</b>
<b>RC + 1% CaCl<sub>2</sub></b>				
Fresa	300	kg	1,7143	132171,43
Agua destilada	70875	cc	0,0009	16393,39
Gelatina	2250	g	0,0145	8384,63
CMC	562,5	g	0,0120	1734,75
glicerina	562,5	g	0,0030	433,69
cloruro de calcio	75,0	g	0,1000	1927,50
<b>Total</b>				<b>28873,95</b>
<b>RC + 1,5% CaCl<sub>2</sub></b>				
Fresa	300	kg	1,7143	132171,43
Agua destilada	70875	cc	0,0009	16393,39
Gelatina	2250	g	0,0145	8384,63
CMC	562,5	g	0,0120	1734,75
glicerina	562,5	g	0,0030	433,69
cloruro de calcio	112,5	g	0,1000	2891,25
				<b>29837,70</b>

#### Anexo 11. Maquinaria y equipos de producción.



<b>MAQUINARÍA Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN</b>			
	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
<b>MAQUINARIA</b>			
Báscula de recibo	1	2800	2800
Máquina selladora al vacío	1	350	350
Cuarto frío de recepción	1	9411	9411,2
Cuarto frío de almacenamiento	1	9411	9411,2
<b>SUBTOTAL</b>			<b>21972</b>
<b>EQUIPOS</b>			
Marmita de 300 l	1	2880	2880
Mesas de trabajo	2	600	1200
Ozonificador	2	200	400
Lavabo	1	700	700
Tanque de almacenamiento 300l	3	500	1500
Coche transportador	2	300	600
Balanza analítica	1	120	120
Termómetro	1	20	20
Penetrómetro	1	120	120
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7540</b>
<b>TOTAL</b>			<b>29512</b>

<b>COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION</b>			
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>			
Descripción	Cantidad	Total mes	Total año
Técnico de producción	1,00	1160,86	13930,30
<b>Subtotal</b>			13930,30
<b>Materiales Indirectos</b>			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total
Etiquetas	57825,00	0,02	1156,50
<b>Subtotal</b>			1156,50
<b>DEPRECIACIONES</b>			
Descripción	Valor	%	Total
Maquinarias y equipo	29512,40	10,00	2951,24
<b>Subtotal</b>			4669,00
<b>MANTENIMIENTO Y REPARACION</b>			
Maquinarias y equipo	29512,40	2,00	590,25
<b>Subtotal</b>			590,25
<b>GASTOS GENERALES</b>			
Energía eléctrica (Kw/H)	38840,72	0,1	3884,072
Agua (metro cúbico)	514	0,2	102,8
<b>Subtotal</b>			3986,87
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>			
<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total mes</b>	<b>Total año</b>
Obrero 1	1	517,22	6206,63
Obrero 2	1	517,22	6206,63
<b>TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA</b>			<b>12413,26</b>



Lavado de las frutas



Inmersión en soluciones de cloruro de calcio



Aplicación del recubrimiento comestible

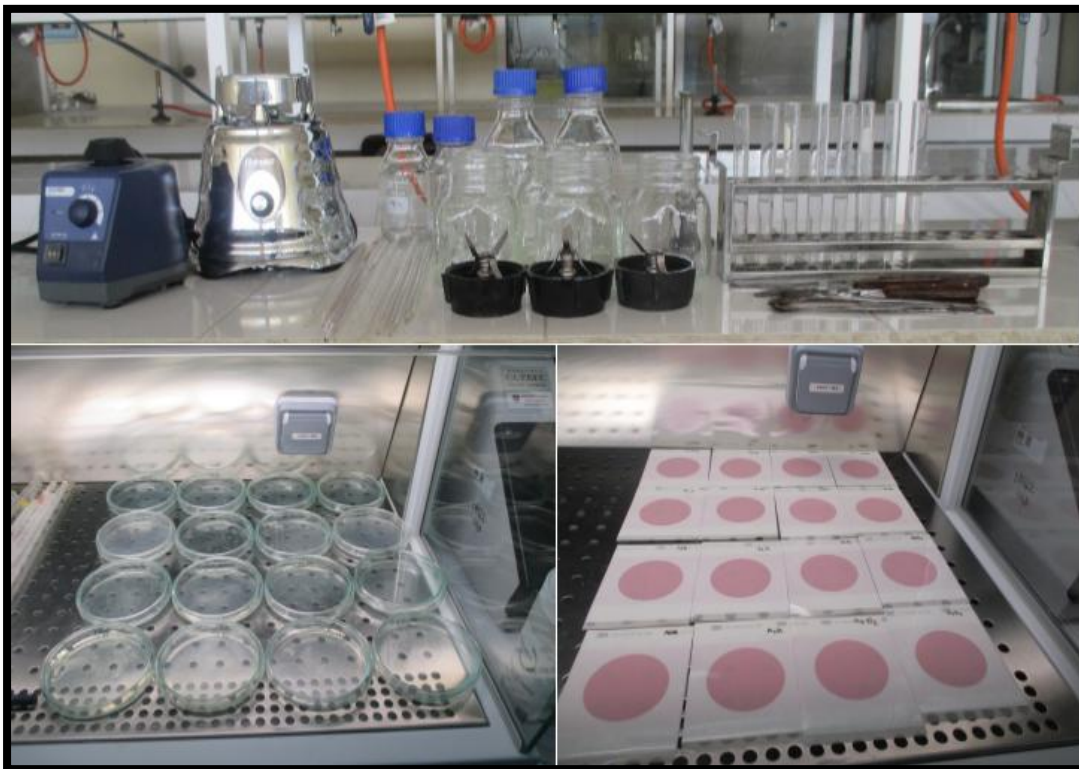


Secado de las frutas





Equipos e instrumentos de medición de los parámetros físico químicos.



Equipos y materiales de laboratorio empleados en los análisis microbiológicos